OCTAVIAN DUMITRU

UTILIZAREA ENERGIEI ELECTRICE

ÎNDRUMAR DE PROIECTARE

INSTALAȚII ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE

EDITURA UNIVERSITĂȚII DIN PITEȘTI
2002

Octavian DUMITRU

UTILIZAREA ENERGIEI ELECTRICE

ÎNDRUMAR DE PROIECTARE

INSTALAȚII ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE

EDITURA UNIVERSITĂȚII DIN PITEŞTI
2002

INTRODUCERE

Prezența electricității în jurul nostru, deasupra noastră, sub noi şi chiar în noi, a determinat omenirea să procedeze la utilizarea acestei forme de energie. Avantajele pe care le prezintă energia electrică față de celelalte forme de energie cum ar fi : uşor de produs, de transportat, de transformat în alte forme de energie (lumină, energie termică, energie mecanică, etc.), cu randamente şi costuri acceptabile, în condiții de curățenie şi de siguranță în expoatare au făcut ca utilizarea acestei forme de energie să ia o mare amploare.

Dar, pentru a utiliza energia electrică este necesară cunoaşterea şi realizarea unor instalații de producere, transformare a parametrilor acesteia, de transport, de distribuție către consumatori precum şi de transformare în alte forme de energie.

Realizarea acestor instalații necesită o bună cunoaştere a acestei forme de energie , precum şi a modului de utilizare. Instalațiile, care participă de la producere până la utilizare, trebuiesc dimensionate funcție de sarcina electrică pe care trebuie să o suporte astfel încât să funcționeze în condiții optime. Dimensionarea acestor instalații impune o bună cunoaştere a fenomenelor fizice care însoțesc această formă de energie.

Se consideră că o instalație funcționează în condiții optime atunci când alimentează cu energie electrică toți consumatorii pe care îi deserveşte fără a crea probleme legate de întreruperea accidentală a alimentării, fără a fi un pericol iminent datorită supraîncălzirii, fără a prezenta pericol de electrocutare, fără a fi un pericol din punct de vedere ecologic, etc. .

De asemeni trebuie avut în vedere şi faptul că instalațiile respective trebuie să fie rentabile atât prin prisma randamentului pe care îl prezintă de la producere până la consum, dar şi din punct de vedere al costului şi consumului de materiale necesare la realizarea lor .

Pentru ca instalațiile necesare utilizării energiei electrice să se încadreze în parametrii impuşi de normele în vigoare, este necesar ca proiectarea acestora să se facă în urma unui studiu amănunțit şi a unei cunoaşteri amănunțite a cerințelor pe care trebuie să le îndeplinească . Dimensionarea acestor instalații trebuie să fie făcută în urma unor calcule riguroase în care să se țină cont de toate condițiile impuse.

Îndrumarul de față are scopul de a pune în evidență modul de proiectare a instalațiilor de joasă tensiune (iluminat, forță, instalații de legare la pământ, alegerea posturilor de transformare).

Lucrarea se adresează în special studenților de la secția ELECTROMECANICĂ a Universității din Pitești, dar poate fi folosită și de studenții de la alte facultăți cu profil asemănător, precum și de specialiștii care lucrează în proiectare și în exploatarea instalațiilor de utilizare a energiei electrice. În scopul ușurării însușirii muncii de proiectare, lucrarea conține un mod de lucru pentru realizarea unui proiect de utilizare a energiei electrice. Cu această ocazie s-a arătat cum se lucrează în condițiile proiectării unor instalații de iluminat, instalații de forță, instalații de împământare, cum se alege un post de transformare, precum și modul de calcul al costului instalației. Tot în același scop lucrarea conține o serie de tabele preluate din normativele și standardele în vigoare, necesare în proiectarea și exploatarea instalațiilor electrice de utilizare. În cazul în care se dispune de cataloage de echipament electric modern, urmărind modul de lucru arătat, se pot realiza proiecte executabile.

Având în vedere că autorul este la prima lucrare de acest fel, nu exclude posibilitatea strecurării unor mici erori fie în partea teoretică fie în cea practică. Din acest motiv el este recunoscător tuturor specialiștilor care depistează și semnalează erorile respective în scopul corectării. Cu speranța că vor exista astfel de semnalări, autorul mulțumește anticipat tuturor binevoitorilor.

Autorul.

1. DIMENSIONAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE DE ILUMINAT INTERIOR

1.1 *Alegerea sistemului de iluminat şi a sursei de lumină.*

Pentru ca activitatea care are loc în interiorul imobilelor să se desfăşoare în condiții normale, este necesar ca instalațiile electrice de iluminat să ofere condiții optime de iluminare. Cum diversele activități necesită nivele diferite de iluminare, instalațiile electrice trebuiesc proiectate si executate funcție de activitatea care se desfăşoară în încăperea respectivă.

Pentru iluminarea locurilor de munca sunt posibile următoarele sisteme de iluminat:

- iluminat general, care se recomanda atunci când se doreşte iluminarea uniforma pe toata suprafața de lucru (săli de montaj, de asamblare de prelucrare a lemnului, turnatorii, etc.);
- iluminat local, atunci când sunt necesare niveluri ridicate de iluminare pentru locuri restrânse (scaune stomatologice, prese, ciocane de forja, sau în locurile de munca în care o iluminare insuficientă ar pune in pericol integritatea corporală, sau chiar viața personalului care îşi desfăşoară activitatea în locul respectiv.)
- iluminat combinat, pe fondul unui iluminat general minimal, la locul de muncă se asigură o sursă suplimentară de lumină (strunguri, freze, maşini de rectificat, alte maşini unelte cu precizie mare de prelucrare, locuri în care se face controlul de calitate, etc.)

În instalațiile electrice civile (locuințe, cinematografe, teatre, restaurante, etc.), pentru realizarea unui anumit grad de confort, se poate realiza o iluminare directă, semidirectă, sau indirectă. Pentru aceasta se procedează la alegerea corpului de iluminat corespunzător scopului propus sau se apelează la iluminatul în scafe.

Alegerea surselor de lumină depinde de scopul instalației şi de particularitățile de exploatare.

Lămpile cu incandescență se recomandă atunci când sunt necesare surse luminoase de dimensiuni mici şi luminanțe mari, când sunt necesare iluminări mari pe suprafețe mici (eventual prin lumină dirijată), când se urmăreşte realizarea unei ambianțe odihnitoare.

Lămpile fluorescente se recomandă atunci când este necesară folosirea unor izvoare de lumină mari cu luminanțe mici, când sunt necesare iluminări mari pe suprafețe mari (prin lumină difuză), când este necesară o lumină care să redea corect culorile.

Lămpile fluorescente cu vapori de mercur de înaltă presiune se recomandă atunci când sunt necesare izvoare de lumină de dimensiuni mici

având eficacitate luminoasă mare (hale industriale cu înălțime mare, locuri cu degajări de fum sau praf).

1.2 *Alegerea corpului de iluminat.*

Metoda coeficienților de utilizare pentru determinarea valorilor medii ale iluminărilor.

Aceasta metoda se foloseşte pentru calculul instalațiilor electrice de iluminat interior si permite determinarea iluminării medii orizontale date de surse luminoase in planul util, ținând cont de fluxul luminos reflectat de pereți si tavan. Metoda nu se poate folosi la determinarea iluminatului local, a iluminatului suprafețelor înclinate, a suprafețelor verticale, sau a iluminatului cu corpuri de dimensiuni mari.

Coeficientul de utilizare este raportul dintre fluxul luminos util si fluxul emis de toate lămpile instalate intr-o încăpere.

$$u = \frac{\Phi_u}{\Phi_0} \tag{1.1}$$

Fluxul luminos al corpurilor de iluminat se obține înmulțind fluxul luminos al lămpilor cu randamentul corpurilor de iluminat.

$$\Phi_c = \eta_c \Phi_0 \tag{1.2}$$

Ținând cont de raportul dintre fluxul luminos util si fluxul luminos al corpului de iluminat din aceiaşi încăpere (utilanța)

$$\eta_u = \frac{\Phi_u}{\Phi_c} \tag{1.3}$$

si care reprezintă un randament al încăperii, se obține:

$$u = \frac{\Phi_u}{\Phi_0} = \frac{\Phi_u}{\Phi_c}\frac{\Phi_c}{\Phi_0} = \eta_u \eta_c \tag{1.4}$$

Fluxul lămpilor nu rămâne constant în timp din cauza faptului că fluxul emis de lămpi scade în timp, şi din cauza depunerilor de praf pe corpul de iluminat ; randamentul acestora scade; deci apare o depreciere a instalației de iluminat fată de momentul punerii în funcțiune a instalației. Din acest motiv fluxul luminos inițial va trebui sa fie mai mare decât fluxul util. In acest caz fluxul inițial emis va fi

$$\Phi'_u = \Phi_u k_d = u\Phi'_0 = \eta_u \eta_c \Phi'_0 \tag{1.5}$$

dar,

$$\Phi'_u = E_{med} A k_d = u\Phi'_0 = \eta_u \eta_c \Phi'_0 \tag{1.6}$$

în care:

k_d – factor de depreciere;

E_{med} – iluminarea medie;

A - aria planului util;

De aici rezultă fluxul total al lămpilor de instalat pentru a obține în planul util o iluminare medie E_{med}

$$\Phi_0' = \frac{E_{med} A k_d}{u} = \frac{E_{med} A k_d}{\eta_u \eta_c} \tag{1.7}$$

Dacă s-a stabilit mai înainte numărul corpurilor de iluminat, se poate deduce fluxul luminos al unei lămpi dintr-un corp de iluminat la punerea în funcțiune a instalației .

$$\Phi_l' = \frac{\Phi_0'}{n} \tag{1.8}$$

în care : n – numărul surselor de lumină montate într-un corp de iluminat.
Dacă se ține cont de relația (1.7), relația (1.8) devine:

$$\Phi_l' = \frac{E_{med} A k_d}{un} \tag{1.9}$$

Valoarea coeficientului de utilizare depinde de o serie de parametri cum ar fi :

- randamentul corpurilor de iluminat;
- repartiția intensității luminoase in spațiu a corpului de iluminat;
- forma si dimensiunile încăperii, prin indicele localului

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} \tag{1.10}$$

în care:

a,b – lungimea respectiv lățimea încăperii;

h - înălțimea de suspendare deasupra planului util in cazul iluminatului direct, semidirect si mixt, sau înălțimea tavanului deasupra planului util in cazul iluminatului indirect sau semiindirect;

- factorii de reflexie ai pereților laterali si tavanului;

Coeficienții de utilizare sunt tabelați funcție de aceşti parametrii in tabelele (7.3) si (7.4)

Modul de aplicare a metodei coeficienților de utilizare.

- se stabileşte destinația încăperii respective şi tipul acesteia din punct de vedere al mediului;
- se stabileşte modul de realizare a instalației electrice (PT aparent, pe tencuială pe console sau pe dibluri, ori ST îngropat, sub tencuială)
- se stabilesc materialele şi aparatura utilizată funcție de mediu şi de modul de realizare a instalației
- se stabileşte tipul corpurilor de iluminat folosite şi caracteristicile acestora (randament, număr de surse de lumină etc.),
- se calculează indicele localului cu relația (1.10) ;

- se stabilesc factorii de reflexie pentru tavan si pereţi funcţie de culorile acestora (tabelele 7.1 şi 7.2)

- se determină coeficientul de utilizare din tabelul 7.3 sau 7.4), funcţie de indicele localului, si de factorii de reflexie ai tavanului si pereţilor; (pentru indici ai localului mai mari de cinci, se introduce în calcule coeficientul de utilizare corespunzător indicelui cinci) Dacă, corpul de iluminat considerat, are un randament η_c' diferit de randamentul η_c al corpului din tabel, se face o corecţie a factorului de utilizare după relaţia

$$u' = u\frac{\eta_c'}{\eta_c} \qquad (1.11)$$

în care:

u – coeficient de utilizare citit în tabel

u' – coeficient de utilizare căutat;

- se alege valoarea iluminării medii de realizat, funcţie de destinaţia încăperii sau de categoria de lucrări ce se efectuează în încăperea respectiva (tabelul 7.18, 7.19 sau 7.20);

- se determina valoarea coeficientului de depreciere, (tabelul 7.6);

- se determina sau se adoptă numărul corpurilor de iluminat din încăpere;

- se determină fluxul total al lămpilor de instalat cu relaţia (1.7)

- cu relaţia (1.8) se determina fluxul unei lămpi dintr-un corp de iluminat după care se alege din cataloagele de lămpi (vezi anexe) numărul si puterea lămpilor care dau un flux luminos mai mare şi cât mai apropiat de valoarea calculată. Se recalculează valoarea medie obţinută pentru fluxul lămpilor alese care trebuie să fie egal sau puţin mai mare decât fluxul calculat.

Din tabelele anexe 7.9 .....7.17 se alege puterea unei lămpi după care se determină puterea activă a corpului de iluminat precum şi puterea activă totală care trebuie instalată în încăperea respectivă.

Pentru sistematizarea calculelor rezultatele operaţiunilor de mai sus se trec în tabelul 1.1

1.3 Amplasarea corpurilor de iluminat.

Amplasarea corpurilor de iluminat trebuie să fie realizată în aşa fel încât să evite observarea directă a sursei de lumină de către lucrători. Condiţia ca lampa să nu fie observată direct (evitarea orbirii) este ca unghiul format de dreapta ce uneşte corpul luminos al lămpii şi marginea inferioară a abajurului (linia limită) cu orizontala (unghi de protecţie) să fie cel puţin egal cu unghiul privirii

Tabelul 1.1

Nr. crt.	Încăperea	Tipul iluminatului general	Tipul încăperii	Mod de realizare a instalației	Tipul materialelor folosite
1		incandescent		PT/ST	
2		fluorescent		PT/ST	

Continuarea tabelului 1.1

Nr crt	Dimensiunea încăperii [m]			Indicile încăperii i	Culoarea	Factor de reflexie ρ	Coeficient de utilizare u	Randamentul corpului de ilum.(în tabel) η
	a	b						
1				Rel.1.10	Pereți	Tab 7.1,	Tab 7.3,	
					Tavan	7.2	7.4	
2					Pereți			
					Tavan			

Continuarea tabelului 1.1

Nr crt	Caracteristicile corpului de iluminat ales				Coeficient de utilizare căutat u	Factor de depreciere k_d	Iluminarea medie adoptată E_{med} [lx]
	Tip	Rand. η_c	Nr surse n	cosφ			
1					Rel. 1.11	Tab. 7.6	Tab 7.14
2							

Continuarea tabelului 1.1

Nr. crt.	Flux total necesar de instalat [lm]	Fluxul inițial al sursei nec/ad [lm]	Nr. surse nec/ad N_s	Nr. corp ilum. nec/ad N_c	Puterea unui surse [W]	Flux total instalat inițial [lm]	Puterea totală instalată [W]	Ilum. medie recalculată. [lx]
1	Rel 1.7	Tab7.9.. 7.17		Rel 1.8	Tab7.9 ..7.17			
2								

Dacă sursa de lumină poate fi considerată punctiformă şi plasată pe axa de simetrie a corpului de iluminat deschis la partea inferioară, atunci unghiul de protecție este egal cu:

$$\psi = \text{arc tg}\frac{2h}{D} \qquad (1.12)$$

în care:

h – distanța dintre corpul luminos al lămpii şi suprafața în care este conținută

deschiderea corpului de ilumina

D – diametrul deschiderii corpului de iluminat .

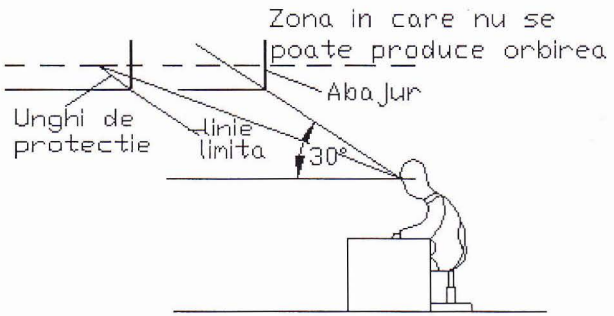


Fig. 1.1 Amplasarea surselor de lumina pentru evitarea orbirii

Amplasarea corpurilor de iluminat trebuie să mai țină cont de condiția de uniformitate a iluminării şi de luminanța admisibilă. Un număr mare de corpuri de iluminat duce la o iluminare mai uniformă dar măreşte prețul de cost al instalație, fapt care impune alegerea unei soluții care să satisfacă atât condiția de uniformitate a iluminării cât şi pe cea de economicitate.

Înălțimea de amplasare a corpurilor de iluminat depinde de considerente constructive sau practice. Limita inferioară a înălțimii admise este determinată de evitarea fenomenului de orbire iar limita superioară este determinată de înălțimea tavanului.

La instalațiile de iluminat general, repartiția corpurilor de iluminat poate fi uniformă sau localizată. Dispunerea uniformă se obține prin aşezarea corpurilor de iluminat în vârfurile unor dreptunghiuri sau a unor triunghiuri orientate în raport cu dimensiunile încăperii (fig.1.2).

Pentru un anumit factor de uniformitate, soluția optimă din punct de vedere economic se obține pentru: $d_a = d_b$ la aşezarea în dreptunghi;

$d_a = d_c$ sau $d_b = \sqrt{3}\, d_a$ la aşezarea în triunghi;

Distanța de la perete la ultimul rând de corpuri de iluminat se adoptă astfel:

- când există utilaje în apropierea pereților $d_p = (0,25 \ldots 0,3)d$,
- când lângă pereți există spațiu de trecere $d_p = (0,4 \ldots .0,5)d$,

prin d înțelegând distanța dintre corpurile de iluminat.

Pentru realizarea unui iluminat de calitate, corpurile de iluminat trebuiesc amplasate funcție de tipul lor, de felul izvorului de lumină şi de distanța relativă dintre corpurile de iluminat. Distanța relativă dintre corpurile de iluminat fiind:

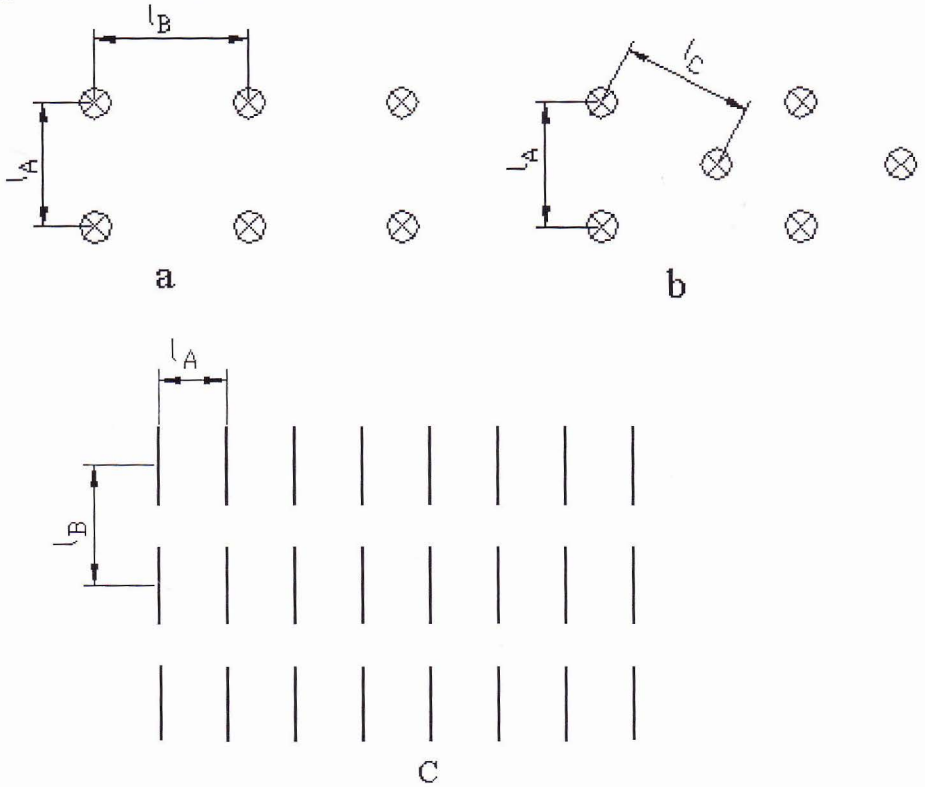


Fig.1.2 Amplasarea corpurilor de iluminat

a – lămpi incandescente în vârfurile unui dreptunghi; b – lămpi incandescente în vârfurile unui romb; c - lămpi fluorescente

$$d_* = \frac{d}{h} \tag{1.13}$$

în care :

- h reprezintă distanța de la corpul de iluminat la planul de lucru.

La iluminatul mixt şi indirect distanța relativă se calculează cu relația:

$$d_* = \frac{d}{h_a} \qquad (1.14)$$

în care - h_a reprezintă distanța de la corpul de iluminat la tavan.

Valorile distanței relative depind de curba fotometrică a corpului de iluminat şi sunt cuprinse în limitele:

- 0,5 .....1 în cazul iluminatului direct;
- 1 în cazul iluminatului mixt;
- 1,2 .....1,5 în cazul iluminatului indirect.

În cazul iluminatului fluorescent se obişnuieşte repartizarea corpurilor de iluminat în aşa fel încât formează benzi continui sau benzi discontinui; se recomandă ca distanța relativă dintre centrele a două corpuri de iluminat să fie:

- $d_* \leq 0,7$ pentru corpurile dispuse pe acelaşi rând ;
- $d_* \leq 0,6$ pentru corpurile dispuse în benzi paralele;

În urma amplasării corpurilor de iluminat se determina numărul total al acestora. După alegerea nivelului de iluminare şi a factorului de depreciere cu ajutorul unei metode de calcul a iluminărilor se determina fluxul luminos şi puterea lămpilor, verificându-se prin calcule luminanța.

1.4 Dimensionarea circuitelor de lumină şi a circuitelor de prize monofazice

1.4.1 Stabilirea circuitelor de iluminat şi a circuitelor de priză.

După amplasarea corpurilor de iluminat se stabilesc circuitele care alimentează lămpile avându–se în vedere următoarele criterii :

- se stabileşte schema de distribuție;
- se stabilesc circuitele şi tipul acestora (trifazat sau monofazat);
- la circuitele trifazate numărul lămpilor alimentate de fiecare fază va fi acelaşi (sistem trifazat echilibrat cu fir neutru);
- corpurile de iluminat amplasate grupat vor fi alimentate pe cât va fi posibil de acelaşi circuit (se are în vedere economia de materiale);
- intensitatea totală a lămpilor de iluminat care sunt acționate de acelaşi aparat de comutație nu trebuie să depăşească intensitatea de rupere a aparatului fabricat în acest scop;
- numărul corpurilor de iluminat alimentate de un circuit depinde de mai mulți factori : amplasarea lămpilor, puterea lămpilor, spațiul care trebuie iluminat, etc.

- circuitele de priză nu trebuie să alimenteze mai mult de 6 prize monofazate pentru consumatorii casnici şi mai mult de 3 prize pentru consumatorii industriali.

1.4.2 Alegerea aparatelor de comutaţie şi a aparatelor de protecţie a circuitelor de iluminat şi a circuitelor de prize monofazate.

- se face schema monofilară a instalaţiei electrice de lumină şi prize ;
- se calculează puterea instalată pe fiecare circuit în parte;
- se determină intensitatea curentului de calcul pe fiecare circuit (la circuitele trifazate pe fiecare fază), cu relaţia :

$$I_c = \frac{P_i}{U \cos \varphi} \qquad (1.15)$$

în care :

I_c – intensitatea curentului de calcul (pe circuit sau pe fază) (A) ;

P_I – puterea instalată pe fiecare fază sau circuit (W);

U - tensiunea pe fază (V) ;

cosφ - factorul de putere al lămpii.

- se stabilesc materialele utilizate la realizarea instalaţiei, dimensiunile acestora precum şi numărul conductoarelor pe diferitele porţiuni de circuit şi se trec pe desenul de execuţie al instalaţiei electrice. Dimensiunile conductoarelor se stabilesc în conformitate cu & 1.4.3, numărul conductoarelor pe o anumită porţiune a circuitului se stabileşte funcţie de legăturile conductoarelor în dozele de ramificaţie, necesare pentru a realiza acţionările dorite, iar dimensiunile tuburilor de protecţie se stabilesc funcţie de dimensiunile conductoarelor şi de numărul acestora conform tabelului 7.36
- se stabilesc aparatele de comutaţie şi de protecţie funcţie de intensitatea curentului de calcul (se folosesc cataloagele aparatelor). Pentru fiecare circuit în parte trebuiesc îndeplinite condiţiile :

$I_n > I_c$ – pentru aparatele de comutaţie ;

$I_f \geq I_c$ – pentru aparatele de protecţie .

Instalaţiile electrice de joasă tensiune trebuiesc protejate împotriva suprasarcinilor şi a scurtcircuitelor prin siguranţe fuzibile, contactoare şi întrerupătoare automate prevăzute cu relee termice şi cu relee electromagnetice (maximale) cu acţionare instantanee sau temporizată; întrerupătoarele automate sunt prevăzute şi cu relee de tensiune minimă sau nulă, care protejează contra revenirii tensiunii.

Se prevăd aparate de protecţie în următoarele situaţii:

- la plecările din tablourile de distribuţie;

- la intrarea în tablourile de distribuție prevăzute cu cel puțin cinci circuite sau având cel puțin 8 kW putere instalată;

- la ramificațiile spre receptoarele individuale; fac excepție receptoarele de micã putere (corpuri de iluminat, aparate electrocasnice, etc.), a căror coloanã comunã este asiguratã la plecarea din tabloul de distribuție cu siguranțe fuzibile de 16 A la o tensiune de 380/220 V, sau cu siguranțe de 20 A la o tensiune de 220/127 V;

- în toate punctele în care secțiunea coloanei descreşte; fac excepție cazurile în care siguranțele prevăzute pe coloana respectivã, asigurã protecție celei mai mici secțiuni din ramificație.

- pe nulul de lucru al circuitelor monofazate din instalațiile deservite de personal necalificat (instalațiile electrice din locuințe, birouri, etc.)

Se interzice cu desăvârşire montarea aparatelor de protecție pe:

- **conductorul utilizat ca nul de lucru** al circuitele trifazate cu patru conductoare;

- **conductoarele instalației de protecție** (conductoarele de legare la nul sau la prizele de împământare, etc.);

Se recomandă utilizarea siguranțelor fuzibile rapide pentru protejarea instalațiilor electrice la care suprasarcinile sunt puțin probabile, exemplu instalațiile de iluminat. Siguranțele fuzibile lente se recomandă a fi utilizate împotriva scurtcircuitelor.

Releele termice protejează coloanele şi receptoarele împotriva suprasarcinilor de durată şi se aleg astfel încât să poată fi reglate la un curent de acționare egal cu:

$$I_{rt} = (1.05.....1.2)I_c \qquad (1.16)$$

în care:

I_{rt} – intensitatea curentului reglatã pe releul termic;

I_c – intensitatea curentului cerut de consumator

Releele electromagnetice, se folosesc la protejarea coloanelor şi a receptoarelor împotriva scurtcircuitelor, curentul de acționare al releului electromagnetic I_{re} , care protejează motoare electrice trebuind să îndeplinească condiția:

$$I_{re} \geq 1.2\ I_p \qquad (1.17)$$

în care:

I_p – curentul de pornire;

iar în cazul în care protejează coloane, condiția este:

$$I_{re} \leq 4.5\ I_a \qquad (1.18)$$

unde, - I_a reprezintă curentul maxim admisibil în regim permanent.

De obicei ,coloanele şi circuitele sunt protejate de cel puțin două aparate de protecție cu principii de funcționare diferite. Îmbinând

proprietățile diferitelor aparate de protecție, se pot obține caracteristici deosebit de favorabile (fig. 1.3, c şi d).

Când rețelele de distribuție conțin un număr mare de aparate de protecție, se impune asigurarea selectivității protecției, adică, la apariția unui deranjament, aparatele de protecție să separe numai elementul avariat, celelalte receptoare să rămână alimentate.

Funcționarea selectivă a protecției se obține prin coordonarea judicioasă a caracteristicilor de protecție; pentru aceasta se trasează caracteristicile de protecție ale aparatelor respective şi se determină diferența între timpii de acționare ai aparatelor de protecție la anumite valori ale curentului. Selectivitatea este asigurată atunci când aceste diferențe de timp au valori egale sau sunt mai mari decât cele indicate în cazurile care urmează:

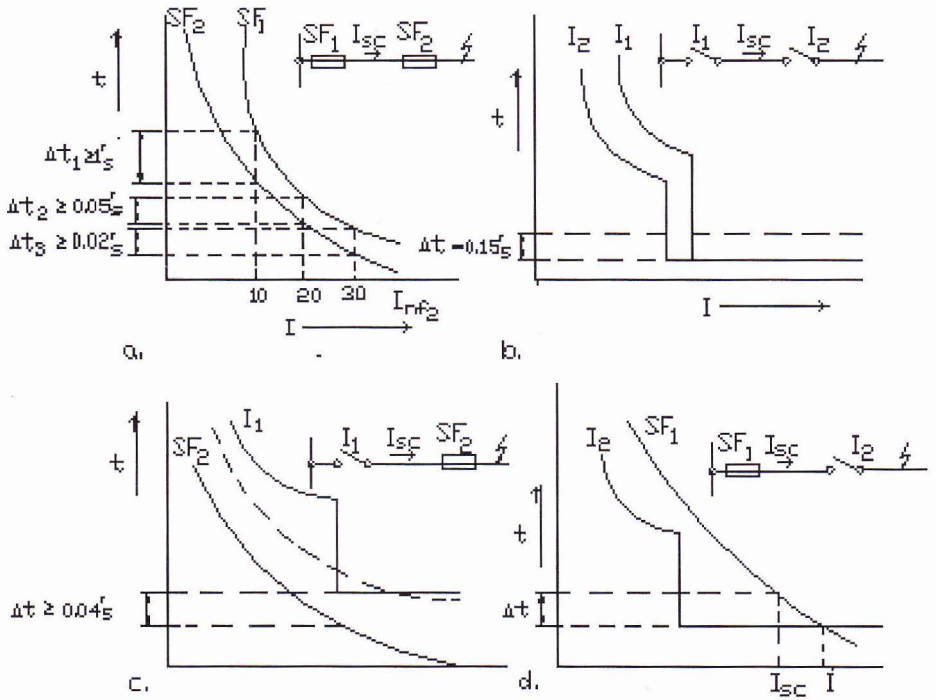


Fig. 1.3 Selectivitatea protecției unei rețele electrice
a – doua siguranțe fuzibile; b – două întrerupătoare automate c – intrerupător automat si siguranță fuzibilă; d – siguranță fuzibilă şi întrerupător automat

Selectivitatea între două siguranțe fuzibile SF_1 şi SF_2 având curenții nominali $I_{nf1} > I_{nf2}$, se obține atunci când:

- caracteristicile lor de protecţie nu se intersectează, sau se intersectează la o valoare a curentului mai mare decât curentul de scurtcircuit care apare în locul instalării siguranţei cu cel mai mic curent nominal fuzibil;
- diferenţele măsurate pe diagramă au valorile indicate în figura 1.3 a.

Pentru siguranţe de acelaşi tip selectivitatea este asigurată dacă între curenţii nominali ai fuzibilelor SF_1 şi SF_2 există o diferenţă de două trepte ca în tabelul 7.31.

Selectivitatea între două întrerupătoare automate I_1 şi I_2 , având curenţii nominali $I_{n1} > I_{n2}$ (fig. 1.3 b), este asigurată în general în domeniul curenţilor de suprasarcină; la curenţii de scurtcircuit, unde acţionează releele electromagnetice ale ambelor întrerupătoare, acestea vor acţiona simultan. Pentru obţinerea selectivităţii este necesară temporizarea releului I_1 (linia întreruptă), cu treapta de timp $\Delta t \geq 0.15$ s.

Selectivitatea între un întrerupător automat şi o siguranţă fuzibilă, având curenţii nominali $I_{n1} > I_{nf2}$, (fig. 1.3 c), este realizată atunci când caracteristicile nu se intersectează şi diferenţa de timp la acţionare este $\Delta t \geq 0.04$ s; dacă siguranţa fuzibilă este prea mare(linia întreruptă), apare un triunghi de neselectivitate (haşurat).

Selectivitatea între o siguranţă fuzibilă şi un întrerupător automat, având curenţii nominali $I_{nf1} > I_{n2}$ (fig. 1.3 d), este asigurată dacă intersecţia celor două caracteristici are loc la un curent I' mai mare decât curentul de scurtcircuit I_{sc} , după întrerupătorul automat; în cazurile limită este necesar un interval de timp $\Delta t \geq 0.05$ s.

Selectivitatea între o siguranţă fuzibilă şi un releu termic tip TSA, este asigurată dacă curenţii respectă condiţia:

$$I_{nf} \simeq 3I_{rt} \qquad (1.19)$$

În cazul transformatoarelor de alimentare, protecţia reţelei de joasă tensiune trebuie corelată din punct de vedere al selectivităţii cu protecţia reţelei pe partea de înaltă tensiune. Pentru aceasta, caracteristicile aparatelor de protecţie de pe partea de înaltă tensiune (siguranţe fuzibile, întrerupătoare automate), se vor transpune pe partea de joasă tensiune, raportând curenţii corespunzători diferiţilor timpi de acţionare, cu relaţia:

$$I_{jt} = \frac{U_{it}}{U_{jt}} I_{it} \qquad (1.20)$$

In care:

I_{jt} – curentul de înaltă tensiune, raportat la joasă tensiune;
U_{it} – tensiunea nominală primară a transformatorului;
U_{jt} – tensiunea nominală secundara transformatorului;

Procedând in acest fel, se pot analiza caracteristicile de protecţie ale aparatelor instalate la tensiuni diferite, luându-se ca referinţă valoare curentului de joasă tensiune.

1.4.3. Alegerea secţiunii conductoarelor circuitelor.

Normativele în vigoare prevăd ca secţiunea minimă admisă a circuitelor de iluminat să fie :

- $s_c = 1{,}5\ mm^2$ pentru conductoarele de cupru ;
- $s_c = 2{,}5\ mm^2$ pentru conductoarele de aluminiu.

(Acestea rezultă din condiţia de rezistenţă mecanică minimă necesară la realizarea instalaţiei).

Condiţia pentru alegerea secţiunii conductorului (din stabilitatea termică) este:

$$I_{ad} \geq I_c \tag{1.21}$$

şi

$$I_{ad} \geq \frac{I_{nf}}{k_s} \tag{1.22}$$

în care :

I_c – curentul de cerere;

I_{nf} – intensitatea nominală a fuzibilului;

k_s – coeficient de siguranţă la încărcarea termică a circuitului ;

I_{ad} – intensitatea maximă admisă în conductoare în regim permanent de funcţionare;

Valorile limită ale raportului dintre curentul admisibil în conductoare şi curentul nominal al siguranţelor fuzibile este prezentat în tabelul 7.29.

După stabilirea curentului de cerere, a curenţilor nominali ai siguranţelor fuzibile şi a materialului folosit la realizarea instalaţiei electrice, se alege dimensiunea conductorului sau a cablului din tabelele 7.22 sau 7.24 .

Pentru a avea un consum minim de metale neferoase şi o mare siguranţa în exploatarea reţelei, este necesar ca valoarea raportului dintre curentul admisibil şi curentul nominal al fuzibilelor ψ să fie egală cu valoarea prezentată în tabelul 7.29.

Pentru instalaţiile electrice interioare realizate în tuburi de protecţie se trece la alegerea dimensiunii tuburilor funcţie de dimensiunea conductoarelor şi de numărul acestora. Pe desenul instalaţiei electrice se va specifica tipul conductorului, secţiunea, numărul conductoarelor, tipul tubului de protecţie, precum şi diametrul acestuia (se foloseşte tabelul 7.36)

Pentru determinarea secțiunii barelor din tablourile de distribuție se folosește tabelul 7.21.

Pentru determinarea secțiunii coloanei de alimentare a tabloului de distribuție a instalației de iluminat, se determină intensitatea totală a circuitelor care pleacă din tabloul respectiv ca sumă a tuturor curenților circuitelor, după care se determină secțiunea coloanei ca în cazul circuitelor.

Obs. Dacă temperatura de lucru a instalației este diferită de 20^{0} C, atunci se utilizează coeficienții de corecție datorați temperaturii mediului prezentați în tabelele 7.25 şi 7.26.

1.4.4 Planul instalației de iluminat.

După cunoaşterea corpurilor de iluminat, a amplasării acestora, a circuitelor de iluminat şi a circuitelor de priză, se trece la amplasarea tabloului de lumină, la alegerea traseului circuitelor şi la reprezentarea acestora pe planul clădirii în vederea execuției .

La alegerea traseului se are în vedere următoarele :

- să fie cel mai scurt;
- să fie departe de surse de căldură ;
- să nu fie expus loviturilor mecanice ;
- să nu fie expus la umiditate;
- să evite pe cât va fi posibil locurile ce prezintă pericol de incendiu sau de explozie;

Se realizează desenul instalației electrice, necesar la executarea acesteia.

Pe planul instalației electrice se trece pe fiecare circuit în parte tipul materialelor folosite, dimensiunile acestora, tipul corpurilor de iluminat, puterea şi tipul lămpilor, precum şi alte date considerate a fi necesare la executarea instalației electrice

2 DIMENSIONAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE DE FORȚĂ

2.1 Alegerea distribuției pentru instalația de forță

Cunoscându-se amplasarea utilajelor precum şi caracteristicile electrice ale receptoarelor de forță care antrenează utilajele respective, se stabileşte tensiunea de alimentare şi se concepe schema electrica de distribuție. Se are în vedere că unele utilaje trebuiesc pornite direct de pe tabloul de distribuție, iar altele vor fi pornite de pe utilajul respectiv

2.1.1 Alegerea schemei de distribuție pe grupe de utilaje.

În halele industriale în care există un număr mare de utilaje, alimentarea cu energie electrică a acestora se poate face de la mai multe tablouri de distribuție. În acest caz, utilajele situate în acelaşi loc se alimentează de la acelaşi tablou de distribuție. Repartizarea utilajelor care se alimentează de la un tablou se face pe principiul consumului minim de material la realizarea instalației electrice. Această repartizare face ca prețul de cost al instalației să fie mai mic şi tot odată face ca pierderile de energie în timpul exploatării să fie de asemeni mai mic.

2.1.2 Schema monofilară a tabloului de forță.

- După stabilirea utilajelor care vor fi alimentate de la un tablou de forță se trece la realizarea schemei monofilare a tabloului respectiv. Pe schemă se vor trece:

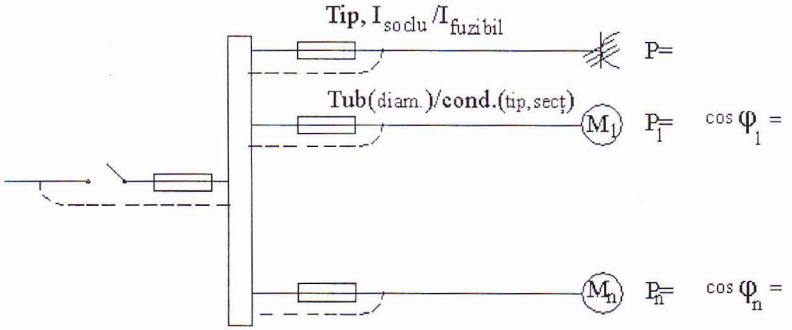


Fig. 2.1 Schema monofilară de distribuție a unui tablou de forță.

- aparatele de protecție;
- aparatele de pornire sau de separare;
- materialele din care se realizează circuitul (cabluri, tuburi de protecție, conductoare şi dimensiunile acestora);
- receptoarele alimentate;

caracteristicile electrice ale fiecărui receptor (P. cosφ, η).

2.1.3 Amplasarea tabloului de forță

Pentru realizarea unor pierderi minime în timpul exploatării instalației de forță, tabloul trebuie amplasat în "centrul de greutate" al consumatorilor. Locul respectiv ar putea fi determinat teoretic cu relațiile de la centrul de greutate al sistemului de puncte materiale în care masa punctului material se înlocuieşte cu puterea cerută de receptor, dar de cele mai multe ori, situația reală, nu permite amplasarea tabloului în locul respectiv. În această situație tabloul este amplasat într-un loc cât mai apropiat de locul ideal.

La amplasarea tabloului se va ține cont de mediu în care urmează să lucreze, precum şi condițiile impuse de N.T.S şi P.C.I.

2.1.4 Dimensionarea circuitelor de alimentare a receptoarelor

Pentru dimensionarea circuitelor de alimentare a receptoarelor trebuie determinată intensitatea curentului pe fiecare circuit cu relația :

a – pentru receptoare monofazate; $$I_c = \frac{P_i}{U \cos\varphi} \qquad (2.1)$$

b – pentru receptoare trifazate; $$I_c = \frac{P_i}{\sqrt{3}.U_l.\cos\varphi} \qquad (2.2)$$

în care :

I_c – intensitatea curentului de calcul (A) ;

P_I – puterea instalată (W);

U - tensiunea pe fază (V) ;

U_l – tensiunea de linie (V);

cosφ - factorul de putere receptorului.

Cunoscând intensitatea curentului ce trebuie suportată de fiecare conductor se trece la alegerea secțiunii conductorului pe baza încălzirii maxime admisibile din tabelele 7.22 sau 7.24.

Odată stabilită secțiunea conductorului, cunoscând şi numărul acestora se trece la alegerea cablului sau a tubului (țevii) de protecție . Tubul de protecție se alege din tabelul 7.36, 7.37, ținându-se cont şi de caracteristicile locului în care urmează să fie instalat.

Dimensionarea şi alegerea aparatelor de protecție, de pornire sau de separare se face conform paragrafului 1.4.2. Alegerea acestor aparate se face din cataloagele de specialitate.

Sistematizarea calculelor de dimensionare a circuitelor receptoarelor este prezentată în tabelul 2.1

Tabelul 2.1

Recep tor	Puterea [W]	I_n [A]	λ	I_p [A]	Secțiunea adoptată [mm^2]	Material utilizat
M_1		relația	(2.1)		(anexa nr.)	cond.+ tub, cablu
M_n		relația	(2.2)			(anexa nr.)

Tabelul 2.2

Alegerea aparatelor de protecție și de comutație

Receptor	Aparate de conectare	Aparate de protecție		
		Sig. fuzibile	Releu termic	Releu elmag.
	Tip - I_n	Tip - soclu/patron	Tip - I_n, I_{reglat}	Tip - I_n, I_{reglat}
	(catalog)	, (catalog)	(catalog)	(catalog)

2.2 Dimensionarea coloanelor de alimentare a tablourilor de forță

2.2.1 Alegerea secțiunii conductorului și a aparatelor de protecție

a) Din puterea instalată $\mathbf{P_i}$, se determină curentul cerut $\mathbf{I_c}$ al circuitului care alimentează un consumator, sau al coloanei care alimentează un grup de consumatori. În cazul coloanei, trebuie să se țină seama de influenta numărului și puterii diferitelor receptoare. În acest scop se introduce un coeficient de cerere corectat

$$k_c' = k_a + \frac{1 - k_c}{k_a} \qquad (2.3)$$

în care:

k_c – coeficientul de cerere corectat al categoriei de receptoare (tabelul 6.7)

k_a – coeficient de influenta al numărului de receptoare (tabelul 2.3)

Tabelul 2.3

Numărul receptoarelor	4	6	10	15	20	30	40	50
k_a	1.7	2.5	3.3	3.7	4.3	8	9.1	10

Pentru coloanele care alimentează mai multe categorii de receptoare, curentul de calcul se obține prin însumarea aritmetică a curenților de cerere corectați.

Notă. Calculul curentului se face separat pentru fiecare grupă de receptoare cu același coeficient de cerere, după care se adună aritmetic curenții ceruți.

Pentru a ţine seama de influenţa numărului de receptoare şi a puterii lor asupra puterii simultane absorbite, calculul curentului pe grupe de receptoare se recomandă să se facă cu relaţia:

$$I_{ci} = \left(k_c + \frac{1-k_c}{k_a} \right) \cdot \frac{P_i.10^3}{\sqrt{3}U\cos\varphi} \qquad (2.4)$$

în care:

P_I – puterea totală instalată în categoria de receptoare considerată, în kW;

U – tensiunea între faze, în V.

Manualul inginerului electrician, volumul VII, indică determinarea curenţilor de calcul pentru alimentarea tablourilor de distribuţie cu relaţiile din tabelul 2.4

Tabelul 2.4

Relaţii pentru determinarea curentului de calcul al fiderilor ce alimentează tablouri de distribuţie sau grupuri de receptoare trifazate .[18]

Categoria receptoarelor		Relaţia pentru determinarea curentului de calcul, în A
Motoare electrice cu funcţionare continuă, bine încărcate (pompe, ventilatoare, aeroterme, etc.)		$I_c = (1,6.....1,8)P_n$
Motoarele electrice ale maşinilor unelte cu regim de lucru normal (uşor)		$I_c = 1,6P_4 + 0,67\ P_{n-1}$
Motoarele electrice ale maşinilor unelte cu regim de lucru normal (greu)		$I_c = 1,6P_4 + 0,82\ P_{n-1}$
Motoarele electrice ale maşinilor unelte cu regim de lucru normal (foarte greu)		$I_c = 1,6P_4 + 1,05\ P_{n-1}$
*Motoarele electrice ale macaralelor (motoare cu rotor bobinat şi cosφ = 0,65)	DA = 15%	$I_c = 1,14\ P_1 + 0,46\ P_{n-1}$
	DA = 25%	$I_c = 1,32\ P_1 + 0,6\ P_{n-1}$
	DA = 40%	$I_c = 1,32\ P_1 + 0,74\ P_{n-1}$
Cuptoare cu rezistenţă (trifazate)		$I_c = (1,05...1,35)P_i$
Transformatoare se sudură DA = 15%		$I_c = 1,8\ P_3 + P_{n-3}$
Maşini de sudat prin puncte, cap la cap şi altele asemănătoare	DA = 12,5%	$I_c = 2,6\ P_1 + 0,83\ P_{n-1}$
	DA = 25...40%	$I_c = 2,6\ P_1 + 1,46\ P_{n-1}$
	DA = 70%	$I_c = 2,6\ P_1 + 1,95\ P_{n-1}$
Motoare electrice ale instalaţiilor de preparare a pământurilor în turnătorii		$I_c = 1,6\ P_1 + 1,05\ P_{n-1}$
Motoare electrice ale maşinilor unelte portative sau manuale		$I_c = 1,5\ P_4 + 0,42\ P_{n-4}$

Motoare electrice pentru acționarea mașinilor unelte în atelierele cu producție de serie mare :	pentru prelucrare la cald	$I_c = 1,85\ P_5 + 0,64\ P_{n-5}$
	pentru prelucrare la rece	$I_c = 1,85\ P_5 + 0,49\ P_{n-5}$
Motoarele electrice pentru acționare în atelierele cu producție industrială și de serie mică		$I_c = 0,9\ (1,85\ P_5 + 0,49\ P_{n-5})$

Notă: 1* - Pentru motoare cu rotorul în scurt circuit, cos φ = 0,5, pentru I_c se adaugă 30 % peste valorile de mai sus.

2 - Semnificația simbolurilor: P_1, P_4 , P_5 – suma puterilor nominale ale primelor receptoare (respectiv 1, 4, 5) cu puterile cele mai mari, în kW pentru motoare sau kVA pentru transformatoare și cuptoare; P_{n-1}, P_{n-4}, P_{n-5} – suma puterilor nominale ale restului receptoarelor din grupele de mai sus; P_n – suma puterilor tuturor receptoarelor în kW sau în kVA

3 - Calculul se face pentru fiecare grup de receptoare iar curentul total este suma aritmetică a curenților grupelor de receptoare.

b) Se determină (sau se ia din catalog) curentul maxim (vârf sau de pornire) al unui motor electric

$$I_p = \lambda I_n \qquad (2.5)$$

în care:

I_n - curentul nominal al motorului;

λ - .valoarea relativă a curentului de pornire (este indicată în catalog)

c) Siguranțele fuzibile lente sau rapide se aleg pe baza condiției:

$$I_{nf} \geq I_c \qquad (2.6)$$

unde:

I_{nf} – curentul nominal al fuzibilului

În cazul alegerii siguranțelor fuzibile rapide, pentru ca siguranțele să nu se ardă în timpul pornirii motoarelor, relația (2.6), devine:

$$I_{nf} \geq \frac{I_p}{c} \qquad (2.7)$$

in care c este un coeficient de siguranță și care poate fi egal cu 2,5 în cazul pornirilor ușoare (durata pornirii este de 5.....10 s), sau cu 1,5 pentru porniri grele (durata pornirii este de 10.....40 s)

In cazul în care o coloană alimentează mai multe motoare dintre care k pornesc concomitent relațiile (2.6) și (2.7), devin:

$$I_{nf} \geq \sum_{i=1}^{n} I_{ci} \qquad (2.8)$$

și

$$I_{nf} \geq \sum_{j=1}^{k} \frac{I_{pj}}{c} + \sum_{i=n-k}^{n} I_{ci} \qquad (2.9)$$

termenul al doilea reprezentând suma curenților ceruți de motoarele care sunt în funcțiune.

În cazul in care curenții de pornire sunt mari, nu se recomandă folosirea siguranțelor rapide, deoarece această soluție duce la mărirea secțiunii conductoarelor de alimentare . În această situație se utilizează siguranțe lente.

d) Curentul admisibil în conductor $\mathbf{I_a}$ trebuie să fie egal sau mai mare decât curentul cerut

$$I_a \geq I_c \qquad (2.10)$$

Pentru a avea un consum minim de metale neferoase şi o mare siguranța în exploatarea rețelei, este necesar ca valoarea raportului dintre curentul admisibil şi curentul nominal al fuzibilelor ψ să fie egală cu valoarea prezentată în tabelul 7.29.

e) Se alege secțiunea conductorului corespunzătoare curentului admisibil din tabelele7.22 sau 7.24. Secțiunea conductorului de nul trebuie să fie cel puțin jumătate din secțiunea conductoarelor de fază Alegerea aparatelor de protecție, de cuplare sau de pornire se face din cataloagele de specialitate. Materialele din care este realizată coloana se aleg ca în paragraful 2.1.3.

f) La instalațiile electrice de forță se verifică densitatea curentului în conductoare la pornirea motoarelor; valoarea maximă a acesteia nu trebuie să depăşească 35 A/mm^2 pentru conductoarele de cupru şi 20 A/mm^2 pentru conductoarele de aluminiu. În cazul în care sunt depăşite aceste valori , se va alege o secțiune superioara.

Obs. Dacă temperatura de lucru a instalației este diferită de 20 ^{0} C, atunci se utilizează coeficienții de corecție datorați temperaturii mediului prezentați în tabelele 7.25 şi 7.26.

Sistematizarea calculelor de dimensionare a coloanelor de alimentare a tablourilor de forță este prezentată în tabelul 2.5

Tabelul 2.5

Coloana	Puterea inst. [W]	Intensitatea cerută I_c [A]	Secțiunea adoptată [mm^2]	Material utilizat
1(TG – TF1)		relația (2.8) relația (2.9)	(anexa nr.) tabel 7.22.	cond. + tub cablu
2(TG – TF2)			7.24	(anexa nr.)

Alegerea aparatelor de protecție şi de comutație se sistematizează în tabelul 2.6.

Tabelul 2.6

Coloana	Intens. cerută I_c [A]	Aparate de conectare	Aparate de protecție	
			Sig. fuzibile	Releu termic Releu elmag
1 TG – TF1		Tip - I_n	Tip- soclu/patron	Tip - I_n, I_{reglat}
2 TG – TF2		(catalog)	, (catalog)	(catalog)

2.3. Stabilirea schemei generale monofilare de distribuție.

Cunoscându-se schema de distribuție a instalației de forță și a instalației de iluminat, prezentată în capitolul 1 se poate trece la întocmirea schemei generale de distribuție. În schema generală se prevede pe lângă tablourile de forță și de iluminat și tabloul general precum și postul de transformare sau stația de distribuție de la care este alimentat consumatorul respectiv

Din tabloul general sunt alimentate tablourile de forță precum și tablourile de iluminat. La dimensionarea coloanelor care alimentează tablourile respective a fost calculată intensitatea curentului pe care o transportă. Încărcarea tabloului general se obține (în vederea dimensionării coloanei de alimentare) prin însumarea curenților coloanelor care pleacă din respectivul tablou.

La dimensionarea coloanei de alimentare precum și la dimensionarea aparatelor de protecție și de separare care sunt montate pe coloana respectivă, se procedează ca în paragraful 2.2.1.

În figura 2.2 este prezentat un model de schemă generală monofilară de distribuție

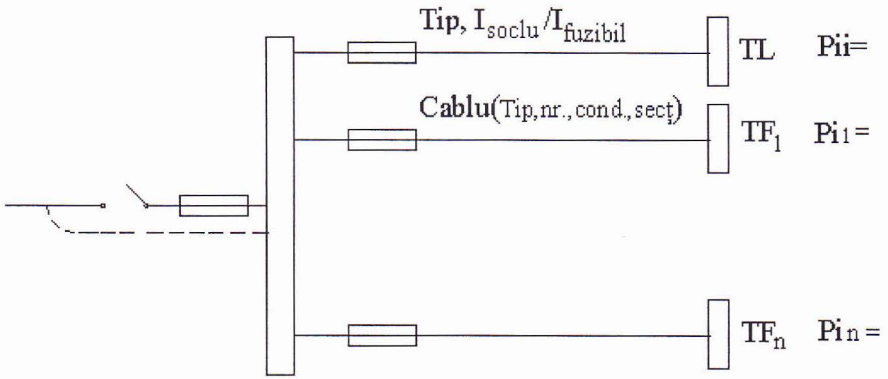


Fig. 2.2 Schemă monofilară generală de distribuție

2.4. Planul instalației electrice de forță

După cunoașterea schemei generale de distribuție, se trece la amplasarea tablourilor de distribuție, la alegerea traseului circuitelor receptoarelor, a traseului coloanelor şi la reprezentarea acestora pe planul clădirii în vederea execuției .

La alegerea traseului circuitelor se are în vedere următoarele :

- să fie cel mai scurt;
- să fie departe de surse de căldură ;
- să nu fie expus loviturilor mecanice ;
- să nu fie expus la umiditate;
- să evite pe cât va fi posibil locurile ce prezintă pericol de incendiu sau de explozie;
- să respecte în totalitate condițiile impuse de N.T.S. şi de P.C.I.

Se realizează desenul instalației electrice, necesar la executarea acesteia.

Pe planul instalației electrice se trece pe fiecare circuit în parte tipul materialelor folosite ,dimensiunile acestora, precum şi alte date considerate a fi necesare la executarea instalației electrice.

3 ALEGEREA POSTULUI DE TRANSFORMARE.

3.1 Generalități

Instalațiile electrice la consumator cuprind receptoarele electrice şi rețelele de alimentare ale acestora, împreunã cu aparatele de conectare, de protecție şi de mãsurã aferente.

Receptoarele se împart în:

- receptoare de iluminat, cuprinzând lãmpile electrice;
- receptoare de forță, cuprinzând motoarele electrice, cuptoarele electrice, agregatele de sudurã, bãile de electrolizã, aparate electrocasnice, etc.

3.2 Sarcini electrice de calcul

La proiectarea instalațiilor electrice este necesar sã se cunoascã puterea electricã absorbitã de la rețea de cãtre:

- fiecare receptor in parte, pentru dimensionarea circuitului de alimentare al acestuia;
- grupuri de receptoare alimentate de la acelaşi tablou de distribuție, pentru dimensionarea coloanei de alimentare a tabloului;
- secțiile uzinei, pentru dimensionarea fiderilor şi a posturilor de transformare.

Puterea electricã absorbitã care se ia în calcul **se numeşte putere cerutã** sau putere de calcul, **se notează cu P_c** şi reprezintã puterea activã convențională, de valoare constantã, care produce în elementele instalației electrice (transformatoare, linii, etc.) acelaşi efect termic ca şi putere variabilã realã.

Puterea cerutã se determinã din **puterea instalatã P_I** cu ajutorul coeficientului de cerere, k_c cu relația:

$$P_c = k_c P_I \tag{3.1}$$

Coeficientul de cerere tine cont de gradul de încãrcare şi de randamentul receptoarelor, de simultaneitatea funcționării acestora şi de randamentul rețelei de distribuție

$$k_c = \frac{k_s k_i}{\eta \eta_r} \tag{3.2}$$

în care:

k_I – coeficient de încãrcare

k_s – coeficient de simultaneitate

η – randamentul mediu al receptoarelor;

η_r – randamentul rețelei între receptoare şi punctul în care se calculează puterea cerutã.

Puterea cerută de receptoarele de forță și de receptoarele de iluminat poate fi determinată prin următoarele metode cum ar fi:

- metoda coeficienților de cerere, aplicabilă la un număr mare de receptoare și care permite calcularea puterii cerute globale pe posturi de transformare, sau pe întreaga întreprindere;
- metoda formulei binome, care este mai precisă decât metoda precedentă, în special pentru un număr redus de receptoare de forță
- metoda duratei de utilizare a puterii maxime cerute, care poate fi utilizată numai în faza de studiu tehnico-economic a proiectului.

3.3 Metoda coeficientului de cerere.

Se stabilesc puterile instalate P_I , pe categorii de receptoare, adică puterile nominale raportate la durata relativă de conectare egală cu unitatea.

Se determină puterea activă cerută cu relația (3.1)

Se determină puterea reactivă cerută cu relația (3.3)

$$Q_c = P_c tg\varphi = P_c \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \varphi} - 1} \qquad (3.3)$$

în care : cos – factorul de putere corespunzător categoriei de receptoare (tabelul 7.30)

Se calculează puterea aparentă cerută totală (pe atelier, secție, etc.) cu relația (3.4)

$$S_{ct} = \sqrt{P_{ct}^2 + Q_{ct}^2} \qquad (3.4)$$

In care:

$$P_{ct.} = \sum_{i=1}^{n} P_{ci} \qquad (3.5)$$

$$Q_{ct} = \sum_{i=1}^{n} Q_{ci} \qquad (3.6)$$

(Însumarea puterilor active și a celor reactive se face independent de schema electrică adoptată)

Se calculează factorul de putere natural cu relația (3.7)

$$\cos\varphi_{med} = \frac{P_{ct}}{S_{ct}} \qquad (3.7)$$

Se calculează factorul mediu de cerere cu relația:

$$k_{cmed} = \frac{P_{ct}}{P_{it}} \qquad (3.8)$$

în care: $P_{it} = \sum P_i$ (3.9)

şi reprezintă puterea totală instalată

Observaţie.

În cazul în care se impune îmbunătăţirea factorului de putere, puterea aparentă totală se recalculează, ţinând cont de reducerea puterii reactive cu valoarea puterii reactive a sursei de compensare

Sistematizarea calculelor se face în tabelul 3.1

Tabelul 3.1

Secţiile sau grupele de receptoare	P. instalată P_I [kW]	Coeficientul de cerere k_c	Factorul de putere cosφ	Puterea activă cerută P_c [kW]	P. reactivă Q_c [kVAr]
Maşini unelte. $M_1 \ldots M_n$		Tab.7.33 şi 7.40	Tab.7.33 şi 7.40	Rel.3.1	Rel.3.3
Ventilatoare					
Transf. de sudură					
Cuptor cu rezistenţe					
Baie de cromare					
Iluminat					
Total	P_{it}= Rel. 3.9	k_{cmed}= Rel. 3.8	$\cos\varphi_{med}$= Rel. 3.7	P_{ct}= Rel. 3.5	Q_{ct}= Rel.6

3.4 Alegerea numărului, a locului de amplasare şi a puterii posturilor de transformare

Pe planul de situaţie al întreprinderii sau secţiei se trec puterile aparente cerute, S_c ale diferitelor secţii, sau a diferiţilor consumatori de secţie.

Se determina centrul de greutate al grupelor de sarcini

Se marchează provizoriu locurile de amplasare a posturilor de transformare şi se distribuie sarcinile între posturi, avându-se în vedere că puterea unui post nu trebuie să depăşească 1000 kVA.

Pentru determinarea puterii transformatoarelor din posturile de transformare este necesară cunoaşterea curbei de sarcină zilnică (fig. 3.1 a) pentru ziua de lucru cea mai încărcată (iarna), curba de sarcină anuală (fig. 3.1 b) şi puterea totală cerută pe întreprindere sau secţie la barele de 0.4 kV ale postului de transformare, reprezentând puterea maximă cerută de întreprindere în zilele lunilor de iarnă (decembrie, ianuarie).$S_{ct} = S_{max.\,i}$

Curbele de sarcină sunt specifice profilului industrial al întreprinderii.

Pentru curba de sarcinã zilnicã se defineşte coeficientul de utilizare al curbei

$$K_u = \frac{S_{med}}{S_{max}} = \frac{\frac{1}{T}\int_0^T Sdt}{S_{max}} = \frac{A}{TS_{max}} \qquad (3.10)$$

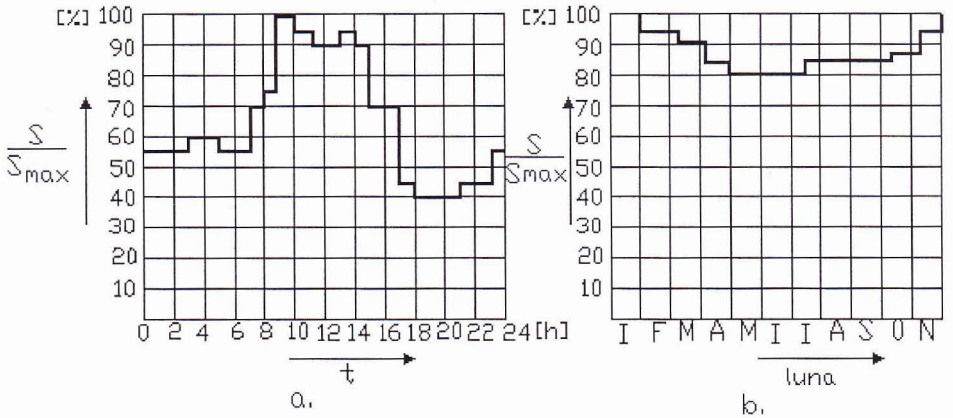


Fig. 3.1 Curbele de sarcinã ale unei întreprinderi
a. curba de sarcinã zilnicã (iarna) ; b. curba de sarcinã anualã

în care:

S_{med} – valoarea medie a puterii aparente cerute de întreprindere pentru perioada de timp T = 24 ore.

S_{max} - valoarea maximã a puterii aparente cerute

A – saprafaţa cuprinsã sub curba de sarcinã

Puterea aparentă maximă cerută vara se determină cu relaţia:

$$S_{max.\,v} = k_u\, S_{max.\,i} \qquad (3.11)$$

Pentru evitarea supraîncãrcãrii transformatoarelor alese dupã puterea maximã cerutã se va tine cont de:

- suprasarcinile admisibile ale transformatoarelor pe baza variaţiilor zilnice de sarcinã, stabilitã prin regula celor trei procente; pentru fiecare 10 procente de reducere a coeficientului de utilizare K_u fata de 100 %, se admite o suprasarcinã de 3 % peste puterea nominalã transformatorului, pe durata supraîncãrcãrii. Se obţine:

$$\alpha_3 = 3\frac{100 - K_u\%}{10} \quad [\%] \qquad (3.12)$$

- suprasarcinile admisibile ale transformatoarelor stabilitã prin regula pe baza variaţiilor anuale de sarcinã, stabilitã prin regula celor p procente; pentru fiecare p procente de supraîncãrcare vara, raportat la puterea nominalã

S_n a transformatoarelor, iarna se poate admite o suprasarcinã de p procente, care sã nu depãşeascã 15 %. Deci

$$\alpha_p = 100\frac{S_n - S_{max\,v}}{S_n} \quad [\%] \qquad (3.13)$$

unde:

$S_{max\ v}$ – puterea aparentã maximã cerutã de întreprindere vara conform curbei de sarcinã anualã.

Capacitatea de sarcinã totalã, datoritã neuniformitãţilor curbelor zilnice şi anuale de sarcinã va fi:

$$\alpha = \alpha_3 + \alpha_p \qquad (3.14)$$

şi nu trebuie sã depãşeascã 20 % pentru transformatoarele instalate în interior şi 30 % pentru cele instalate în exterior.

La alegerea transformatoarelor se are în vedere faptul cã, ţinând cont de suprasarcina totalã admisã, trebuie sã se asigure puterea maximã cerutã de întreprindere în lunile de iarnã ($S_{max\,I}$)

$$S_{max\,I} = S_n + \alpha S_n \qquad (3.15)$$

sau

$$S_n \geq \frac{S_{max\,i}}{1+\alpha} = \frac{S_{max\,i}}{1+\alpha_3+\alpha_p} \qquad (3.16)$$

Înlocuind relaţiile (3.11) şi (3.12) în relaţia (3.16), rezultã:

$$S_n \geq \frac{S_{max\,i} + S_{max\,v}}{2 + 0.3(1 - K_u)} \qquad (3.17)$$

Observaţie:

Relaţiile de mai sus au fost stabilitã pentru o temperaturã maximã de 35 ^{0} C şi minimã de – 25 ^{0} C, fapt care impune ventilarea naturalã sau forţatã a posturilor de transformare.

Determinarea numãrului de transformatoare dintr-un post de transformare se face pe baza asigurãrii continuitãţii în alimentarea cu energie electricã a consumatorilor. Astfel:

- dacã puterea consumatorilor de categoria I-a depãşeşte 50 % din sarcina totalã a postului de transformare, se recomandã utilizarea a douã transformatoare, fiecare având puterea egalã cu sarcina totalã;
- dacã puterea consumatorilor de categoria I-a nu depãşeşte 50 % din sarcina totalã a postului de transformare, se recomandã utilizarea a douã transformatoare având suma puterilor egalã cu sarcina totalã, puterea fiecãruia fiind egalã cel puţin cu puterea consumatorului de categoria I-a.

- pentru consumatorii din categoriile II şi III, suma puterilor transformatoarelor va fi egală cu sarcina cerută.

Asigurarea regimului economic optim de funcţionare în paralel a mai multor transformatoare, dintr-un post, se obţine pe baza verificării puterilor transformatoarelor la cheltuielile minime de exploatare, corespunzătoare pierderilor minime de putere.

După stabilirea puterii transformatorului se consultă cataloagele diverşilor producători şi se alege transformatorul care îndeplineşte condiţiile cerute. Se precizează tipul transformatorului, puterea aparentă, tensiunea de lucru (primar/secundar), tensiunea de scurt circuit etc.; dacă este cazul se analizează compatibilitatea acestuia de a funcţiona în paralel cu alte transformatoare.

Odată ales transformatorul, se precizează locul unde urmează a fi instalat, precum şi posibilităţile de răcire ale acestuia (se face un desen de amplasare).

Sistematizarea calculelor se face în tabelul 3.2

Tabelul 3.2

Mărimea		Relaţia	Calculul
Puterea aparentă cerută (maximul de iarnă) $S_{ct} = S_{max\ i}$		Rel. 3.4	
Puterea aparentă maximă cerută vara (maximul de vară) $S_{max\ v}$		Rel. 3.11	
Coeficientul de utilizare K_u		Rel. 3.10	
Puterea aparentă a transformatorului S_n	calculată	Rel. 3.16	
	adoptată	catalog TRAFO	caracteristici
Suprasarcini	α_3	Rel. 3.12	
	α_p	Rel. 3.13	
	α	Rel. 3.14	

4 INSTALAȚII DE LEGARE LA PĂMÂNT

4.1 Generalități

Prin instalație de legare la pământ se înțelege ansamblul format din următoarele elemente principale :

- electrozii îngropați în pământ şi legați conductiv între ei
- conductoarele de legare la pământ montate între echipamentele electrice
- priză (Fig. 4.1).

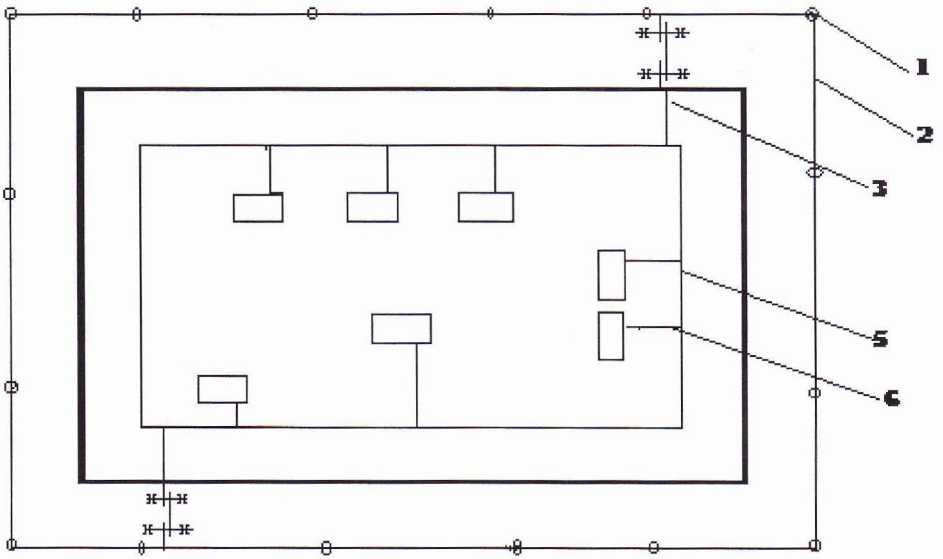


Fig. 4.1 Elementele unei instalații de legare la pământ;
1-electrod;
2-conductor de legătură dintre electrozi;
3-piesa de separație pentru măsurători;
4-conductor de legătură la priza de pământ;
5-centura interioară;
6-conductor de legare la pământ.

Elementele 1,2 şi 3 formează priza de pământ

Scopul unei astfel de instalații constă în dirijarea în pământ, în condiții de siguranță, a curenților proveniți din descărcări atmosferice sau a curenților de defect (instalație de legare la pământ de protecție) şi în asigurarea unui anumit mod de funcționare a instalațiilor de

curenţi sau de telecomunicaţii (instalaţii de legare la pământ de exploatare).

Elementul principal al unei instalaţii de legare la pământ este priza de pământ, alcătuită din electrozi legaţi conductiv între ei.

Rezistenţa electrică a prizei de pământ se compune din:

- rezistenţa electrozilor şi a conductoarelor lor de legătură;
- rezistenţa contactului electrod-sol;
- rezistenţa pe care o opune solul la trecerea curentului electric.

Rezistenţa electrozilor şi a conductoarelor de legătură se poate neglija ; la fel şi rezistenţa contactului electrod-sol în ipoteza unei bune bătătoriri a solului în jurul prizei (sau a udării lui). Deci prin rezistenţa unei prize de pământ practic se înţelege rezistenţa pe care o prezintă solul la trecerea curentului electric prin el.

Ca orice rezistenţă electrică, rezistenţa solului depinde de rezistivitatea si de volumul său. În apropierea electrozilor, curentul se scurge printr-o secţiune de suprafaţă relativ mica şi deci rezistenţa este mare. Pe măsura depărtării de electrozi, suprafeţele de scurgere a curentului sânt tot mai mari , deci rezistenţa scade, apropiindu-se de zero . Dacă dimensiunile şi numărul electrozilor din care este construită priza sânt mai mari, suprafaţa solului din apropierea electrozilor este mai mare şi deci rezistenţa prizei mai mică. Deci rezistenţa prizei depinde de rezistivitatea solului, numărul şi dimensiunile electrozilor.

Prin rezistivitatea solului se înţelege rezistenţa electrică a unui cub din solul respectiv , având latura de 1cm. Se măsoară în Ωcm , sau Ωm şi variază în limite foarte mari în funcţie de natura solului. Rezistivitatea solului depinde de conţinutul în săruri şi umiditatea lui. În fig. 4.2 se indică tocmai această dependenţă. Se vede clar că pentru micşorarea rezistivităţii solului este suficient de utilizat o soluţie cu 4% săruri şi că este raţional de plasat prizele de pământ în locuri cu umiditate ridicată

Un alt factor de care depinde rezistivitatea solului este temperatura lui (fig.4.2). Se observă că rezistivitatea scade cu creşterea temperaturii, dar până la valoarea când solul începe să piardă din umiditate . Explicaţia acestei comportări este următoarea : cu creşterea temperaturii creşte solubilitatea sărurilor în apa din sol. Însă micşorarea umidităţii care poate apărea odată cu creşterea temperaturii, duce la creşterea rezistivităţii solului . Pentru a evita

îngheţurile din timpul iernii şi căldura prea mare din timpul verii se recomandă îngroparea prizei la adâncime mai mare.

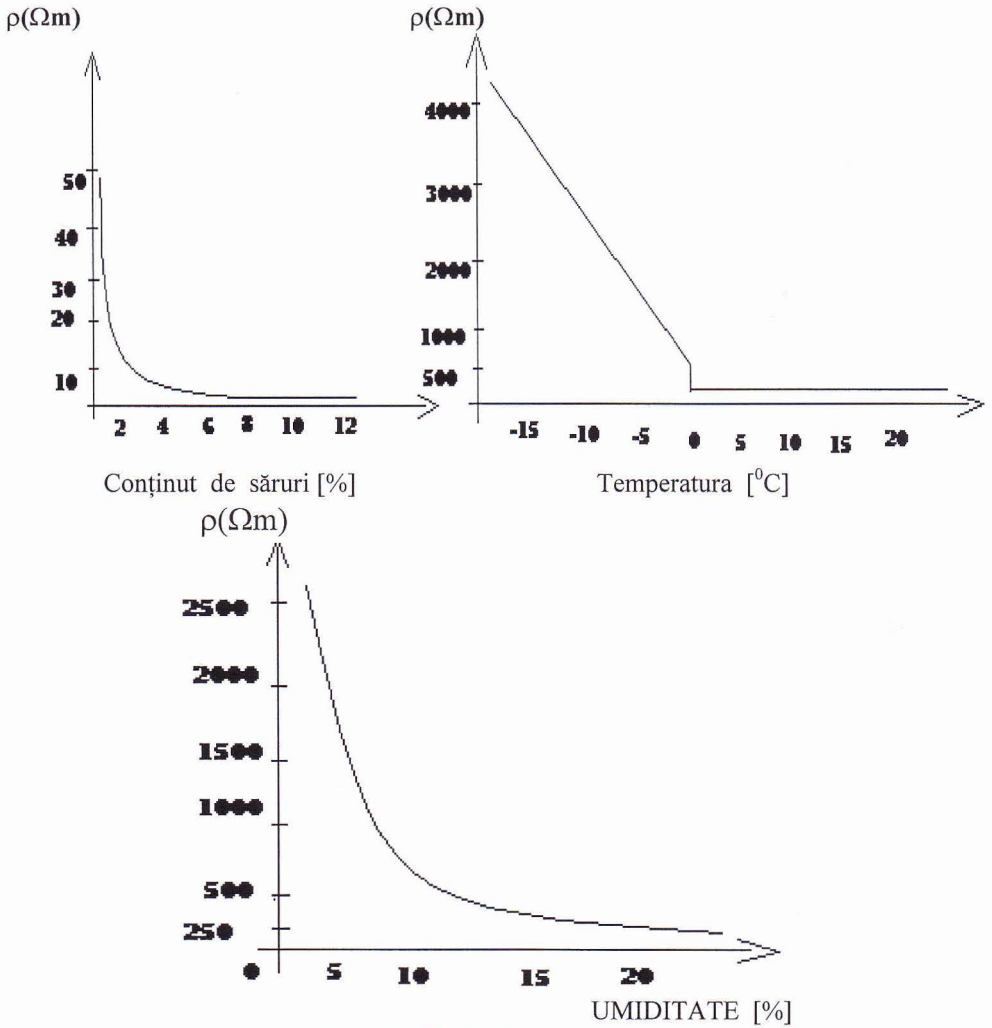


Fig. 4.2 Variaţia rezistivităţii solului.

4.2 Clasificarea prizelor de pământ.

Prizele de pământ se împart în două categorii mari:

- artificiale
- naturale

Normele în vigoare recomandă utilizarea în primul rând a prizelor naturale şi în măsura în care acestea nu răspund condiţiilor cerute, se vor folosi prize artificiale. Ca *prize naturale* se pot folosi :

- armăturile metalice ale construcţiilor din beton armat, stâlpilor ,fundaţiilor tunelurilor, construcţiilor metalice cu caracter permanent ;

- conducte metalice pentru fluide necombustibile şi învelişurile metalice ale cablurilor montate în pământ , etc.

Prizele de pământ *artificiale* se prevăd când valoarea rezistenţei de dispersie a elementelor naturale nu corespunde valorii impuse . Având în vedere modul lor de realizare ,se deosebesc:

- *prize de pământ verticale*, utilizate atunci când straturile din adâncimea solului au o rezistenţă mai mică ca cele de suprafaţă. Obişnuit electrozii sânt din ţevi sau profile, îngropate în pământ la o adâncime de minimum 0,5 m , măsurată de la suprafaţa solului până la partea superioară a electrodului. Dacă adâncimea de îngropare a electrodului este mai mică de 0,5 m. lungimea lui utilă se consideră tot de la adâncimea de 0,5 m, până la capătul său inferior. Uneori electrozii sunt din plăci (deşi nu se recomandă) cu condiţia ca suprafaţa unei feţe să fie de minimum $1mm^2$ iar grosimea ei de 3mm.

- *prize de pământ orizontale* , utilizate atunci când straturile dinspre suprafaţa solului au rezistivitate mai mică ca cele de adâncime. Electrozii sunt din bandă sau profile rotunde cu lungimea minimă 3m, dispuşi radial şi îngropaţi la (0,6...1) m.

Din punctul de vedere al complexităţii, prizele de pământ se împart în:

- *prize singulare sau simple*, constituite dintr-un singur electrod (şi care sânt foarte rar întâlnite, deoarece posibilitatea de a realiza cu un singur electrod rezistenţa cerută de norme este foarte mică;

- *prize multiple* , constituite din mai multe prize singulare legate electric între ele;

- *prize complexe*, constituite din mai multe prize simple diferite (de ex. verticale şi orizontale), legate electric între ele;

La alegerea materialului din care se execută priza trebuie să se ţină seama de doi factori principali:

- rezistenţa la coroziune;

- rezistenţa la solicitări mecanice.

Durata de funcţionare a unei prize depinde în primul rând de rezistenţa ei la coroziune. Materialul care corespunde cel mai bine din acest punct de vedere este cuprul. Dar din considerente economice, materialul cel mai utilizat este oţelul zincat. Se recomandă ca electrozii, legăturile lor electrice precum şi racordurile la priza de pământ să fie făcute din acelaşi material ,pentru a se evita corodarea lor prin "efectul de priză electrică".

Oţelul zincat este recomandat a fi folosit în special în solurile agresive cu H < 7 sau cu CO_2 în ape subterane, în timp ce cuprul este recomandat a fi folosit în soluri foarte agresive unde este posibilă corodarea rapidă a electrozilor din oţel zincat. Este admis a fi folosit la realizarea prizelor de pământ şi oţelul nezincat în soluri neagresive pentru instalaţii cu o durată de funcţionare de maximum 4 ani . În acest caz secţiunea şi grosimea electrozilor va fi aceiaşi ca în cazul folosirii oţelului zincat.

Prizele de pământ trebuie să îndeplinească condiţiile de secţiune şi de grosime minimă cerute de STAS 6119 - 68 şi de STAS 7334 - 70

4.3 Dimensionarea prizelor de pământ şi verificarea parametrilor de funcţionare.

4.3.1 Dimensionarea prizelor de pământ

Calculul de dimensionare a prizelor de pământ se desfăşoară astfel:

a) - Se determină rezistivitatea de calcul a solului cu relaţia:

$$\rho_{calcul} = \rho_{măs.} \cdot \psi \qquad (4.1)$$

în care :

$\rho_{măs.}$ – rezistivitatea obţinută prin măsurări, în Ωcm;

ψ - coeficient de variaţie a rezistivităţii solului, dat în tabelul 7.34

Atunci când nu se dispune de rezultatele măsurătorilor rezistivităţii solului , se folosesc, pentru calcule prealabile valorile date în tabelul 7.35 - Se calculează rezistenţa de dispersie a prizelor simple alese (verticale sau orizontale), folosind relaţiile din tabelul 4.1

c) – Se calculează rezistenţa de dispersie a prizelor multiple R_p cu relaţia: $R_p = \dfrac{r_p}{n.u}$ (4.2)

în care:

r_p – rezistenţa de dispersie a prizei simple, calculată cu formulele din tabelul 4.3, în Ω;

n – numărul de electrozi identici legaţi în paralel;

u – coeficient de utilizare calculat (dat), în tabelul 4.2.

d) - Se calculează rezistenţa de dispersie a prizei complexe R_{ip} cu relaţia:

$$R_{ip} = \frac{R_{p1} * R_{p2}}{R_{p1} + R_{p2}} \qquad (4.3)$$

în care:

R_{p1} – rezistenţa de dispersie a prizei multiple verticale, calculată cu relaţia (4.2);

R_{p2} – rezistenţa de dispersie a prizei multiple orizontale sau a conductoarelor de legătură, calculată cu relaţia (4.2)

e - Se verifică instalația de legare la pământ la stabilitate termică să nu apară încălziri care ar putea produce întreruperea conductoarelor sau creşteri importante ale rezistenței de dispersie la trecerea curentului de punere la pământ.

Tabelul 4.1

Formule de calcul al rezistenței de dispersie a prizelor simple [18]

Electrodul prizei simple	Formule de calcul
Prize simple verticale	
Țeavă cu partea superioară la nivelul suprafeței solului, condiția d $\leq l$	$r_{po} = 0.366\frac{\rho}{l}\log\frac{4}{d}$ sau $r_{po} \approx 0.9\frac{\rho}{l}$ unde l = 1...6 m
Țeavă îngropată la adâncimea h = $\varsigma + \frac{l}{2}$	$r_{ph} = 0.366\frac{\rho}{l}\left(\log\frac{2l}{d} + \frac{1}{2}\log\frac{4h+l}{4h-l}\right)$
Bară cu secțiune dreptunghiulară	$r_{po} = 0.366\frac{\rho}{l}\log\frac{8l}{b}$ $r_{ph} = 0.366\frac{\rho}{l}\left(\log\frac{4l}{b} + \frac{1}{8}\log\frac{4h+l}{4h-l}\right)$
Placă îngropată la adâncimea h măsurată de la centrul plăcii până la suprafața solului	$r_{ph} = \frac{\rho}{8\sqrt{\frac{S}{\pi}}}\left(1 + \frac{2}{\pi}\arcsin\sqrt{\frac{\frac{\rho}{\pi}}{4h^2 + \frac{S}{\pi}}}\right)$
Placă pătrată îngropată la adâncimea h = $\varsigma + \frac{a}{2}$	$r_{ph} = 0.222\frac{\rho}{a}\left(1 + 0.637\arcsin\sqrt{\frac{1}{1+\pi\left(1+\frac{2\varsigma}{a}\right)^2}}\right.$ sau $r_{ph} \approx 0.25\frac{\rho}{a}$
Placă circulară îngropată la adâncimea h = $\varsigma + \frac{D}{2}$	$r_{ph} = 0.25\frac{\rho}{D}\left(1 + 0.637\arcsin\sqrt{\frac{1}{1+\left(\frac{4h}{D}\right)^2}}\right)$

Electrodul prizei simple		Formule de calcul
Prize simple orizontale		
Țeavă montată la nivelul suprafeței solului		$r_{po} = 0.732\frac{\rho}{l}\log\frac{2l}{d}$
Țeavă îngropată la adâncimea ς, în cm		$r_{p\varsigma} = 0.366\frac{\rho}{l}\log\frac{l^2}{d\varsigma}$ sau $r_{p\varsigma} \approx 2\frac{\rho}{l}$
Bară (oțel lat) cu secțiune dreptunghiulară montată la	suprafață	$r_{po} = 0.732\frac{\rho}{l}\log\frac{4l}{b}$
	adâncime	$r_{p\varsigma} = 0.366\frac{\rho}{l}\log\frac{2l^2}{b\varsigma}$
Electrod inelar cu secțiune circulară montat la	suprafață	$r_{po} = 0.732\frac{\rho}{l}\log\frac{8l}{d}$
	adâncime	$r_{p\varsigma} = \frac{\rho}{l}\log\frac{4l^2}{d\varsigma}$
Electrod inelar cu secțiune dreptunghiulară montat la	suprafață	$r_{po} = 0.732\frac{\rho}{l}\log\frac{16l}{b}$
	adâncime	$r_{p\varsigma} = 0.366\frac{\rho}{l}\log\frac{8l^2}{b\varsigma}$
Placă dreptunghiulară așezată pe sol		$r_{po} = 0.444\frac{\rho}{\sqrt{S}}$
Placă circulară așezată pe sol		$r_{po} = \frac{\rho}{2D}$
Electrod semisferic îngropat cu suprafața circulară la nivelul suprafeței solului		$r_{po} = \frac{\rho}{\pi D}$

Semnificația simbolurilor folosite în formule este :

ρ - rezistivitatea de calcul a solului, în Ω;
l – lungimea electrodului. în cm;
d – diametrul exterior al electrodului. în cm;
b – lățimea barei , în cm;
ς - distanța de la partea superioară a electrodului până la suprafața solului, în cm;
S – suprafața plăcii, în cm^2;
a – latura plăcii pătrate, în cm;
D – diametrul plăcii, în cm;

r_{po} – rezistența de dispersie a prizei simple cu partea superioară la nivelul solului, în Ω;

r_{ph} - rezistența de dispersie a prizei simple cu partea superioară la adâncimea h, în Ω;

$r_{p\varsigma}$ - rezistența de dispersie a prizei simple cu partea superioară la adâncimea ς, în Ω;

h - adâncimea de îngropare a prizei verticale, în cm ;

ς - adâncimea de îngropare a prizei orizontale, în cm;

- Se verifică instalația de legare la pământ la stabilitate termică să nu apară încălziri care ar putea produce întreruperea conductoarelor sau creşteri importante ale rezistenței de dispersie la trecerea curentului de punere la pământ.

Tabelul 4.2

Coeficienții de utilizare pentru prizele multiple [29]

Prize verticale cu:		electrozi aşezați în linie dreaptă	$u = \dfrac{1 - \dfrac{\rho}{2\pi e r_p} * \dfrac{5}{6}}{\left(1 + \dfrac{\rho}{2\pi e r_p}\right)\left[1 - \dfrac{1}{3}\left(\dfrac{\rho}{2\pi e r_p}\right)\right]\dfrac{9}{4}\left(\dfrac{\rho}{2\pi e r_p}\right)^2}$					
		electrozi aşezați în vârfurile unui poligon regulat	$u = \dfrac{1}{1 + \dfrac{\rho}{2\pi D \dfrac{r_p}{n}} * f(n)}$					
		electrozi aşezați pe perimetrul unui dreptunghi	$u = \dfrac{1}{1 + \dfrac{\rho}{2p \dfrac{r_p}{n}} * f(n)}$					
Prize orizontale cu:	electrozi radiali	l, m		3	6	9	12	18
		3 electrozi	u	0,75	0,77	0,78	0,80	0,81
		4 electrozi		0,62	0,65	0,68	0,70	0,71
	2 electrozi paraleli	L, m		15 - 30		18 – 60		
		e = 4 m	u	0,75		0,70		
		e = 8 m		0,85		0,80		

Notă:

1. - Semnificația simbolurilor folosite în tabel este:

e – distanța dintre electrozi, în cm;

D – diagonala cea mai mare a poligonului sau diametrul cercului circumscris, cm ;

n – numărul de electrozi;

p – perimetrul dreptunghiului, în cm;

r_p – rezistența de dispersie a unui singur electrod, în Ω;

L – lungimea unei prize singulare, m;

f(n) –funcție de numărul de electrozi a cărei valoare este: Tabelul 4.3

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
f(n)	0,5	0,77	0,96	1,1	1,22	1,32	1,42	1,48	1,55
n	15	20	30	40	50	60	70	80	100
f(n)	1,81	1,98	2,24	2,41	2,56	2,68	2,78	2,86	3,00

2 – adâncimea de îngropare a electrozilor radiali orizontali este de 0,5...1 m.

Pentru dimensionarea elementelor prizei de pământ se folosesc relațiile din tabelul 4.1, precum și relațiile (4.1),.....(4.5) în care se introduc elementele constructive. Adoptând unele dimensiuni (exemplu, diametrul țevii și numărul electrozilor), se pot determina alte dimensiuni (exemplu, lungimea electrodului).

4.3.2 Măsurarea rezistenței de dispersie a prizei de pământ.

Măsurarea rezistenței prizei de pământ se desfășoară astfel:

- Se scot de sub tensiune toate echipamentele legate la pământ la priza respectivă, sau se verifică dacă eventualii curenți de defect pot trece prin alte prize de pământ;

- Se separă priza de pământ care se verifică prin demontarea pieselor de separație pentru măsurători;

- Se îndepărtează toate piesele metalice din apropierea prizei de pământ, pentru a nu exista legături întâmplătoare la pământ;

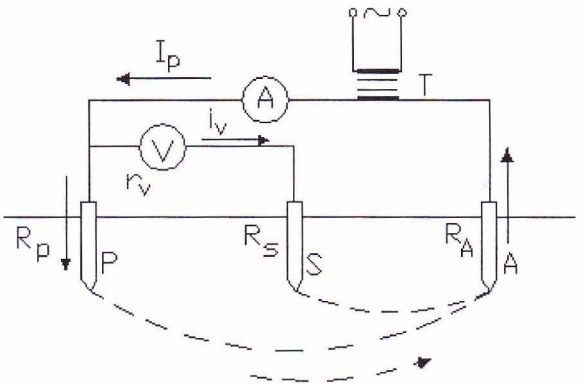


Fig. 4.3 Schema electrică pentru măsurarea rezistenței de dispersie a prizelor de pământ prin metoda ampermetrului și voltmetrului.

În fig. 4.3 s-a notat:

P, A, S – prize de pământ respectiv de măsurat, auxiliară, sondă;

R_P, R_A ,R_S - rezistența de dispersie respectiv, a prizei auxiliare, a sondei;

V – voltmetru;

r_v – rezistența internă a voltmetrului;

A – ampermetru;

T – transformator de separație;

i_p – curentul care trece prin priza de verificat;

i_v – curentul care trece prin voltmetru .

- Se realizează montajul de măsurare după schema din fig. 4.3 folosind o priză de pământ auxiliară (de curent) A şi o priză sondă (de potențial) S; distanța dintre priza de pământ care se măsoară (P) şi priza auxiliară se determină astfel încât între zonele de influență ale celor două prize să existe o zonă de potențial nul; conductoarele folosite pentru realizarea montajului ca şi înnădirile lor vor fi izolate.

- Se măsoară diferența de potențial dintre electrozii prizei de pământ şi ai sondei aflată în zona de potențial nul U_p şi curentul electric care trece prin priza verificată I_p, determinându-se apoi rezistența de dispersie cu ajutorul relației:

$$R_{pmas} = \frac{U_p}{I_p} \approx U_v \left(1 + \frac{R_s}{r_v} \right) \qquad (4.4)$$

în care:

U_p şi I_p sunt explicate mai sus;

U_v – indicația voltmetrului, în V;

r_v – rezistența interioară a voltmetrului, în Ω;

R_s – rezistența de dispersie a sondei, în Ω.

- Se calculează rezistența care se va lua în considerație, ținând seama de coeficientul de variație a rezistivității solului cu umiditatea ψ dată în tabelul 7.34, cu ajutorul relației:

$$R_p = \psi \, R_{pmas} \qquad (4.5)$$

5 COSTUL INSTALAȚIEI ELECTRICE
(Antecalcul)

După proiectarea instalației electrice, înainte de realizarea acesteia, se face un calcul al costului, pentru a vedea dacă se încadrează în fondul alocat.

Costul instalației electrice este constituit din costul materialelor, costul manoperei şi diferite taxe care trebuiesc plătite în perioada socială în care se realizează instalația (ex. TVA- taxă pe valoarea adăugată) Cum taxele variază funcție de perioada socială, vom considera costul ca fiind format numai din costul materialelor şi al manoperei.

Calculul costului materialelor poate fi sistematizat în tabelul 5.1.

Nr. crt.	Denumirea materialului	Firma furnizoare	Cantitatea [kg, m, buc]	Preț unitar [lei/kg, m, buc]	Costul mat. P_i [lei]
1	Tub PVCϕ	.			
2	Tub PVCϕ	.			
3	AFY 2,5 mm^2	.			
.	AFY 4 mm^2	.			
.		.			
.	Doze ϕ	.			
.	Ipsos	.			
n	Etc.	.			
	Total cost mat. C_{mat}	.			$C_{mat} = \sum_{i}^{n} P_i$

Costul manoperei poate fi determinat fie adunând costul tuturor operațiilor tehnologice de la execuția instalației (aceasta impune un volum de muncă foarte mare, şi se realizează de fapt în timpul lucrării atunci când sunt plătiți muncitorii , pentru ca la terminarea lucrării să se facă un postcalcul), fie ca o cotă parte din prețul materialelor. În antecalcul este aplicată ultima soluție . Cota parte folosită la determinarea costului de montaj s-a stabilit ca urmare a observațiilor făcute în timp în urma realizării altor instalații.

Costul manoperei va fi :

$$C_{man} = k\, C_{mat} \qquad (5.1)$$

iar costul total va fi:

$$C = C_{mat} + C_{man} = (1+k)C_{mat} \qquad (5.2)$$

în care : k – cota parte din costul materialelor.

Coeficientul k are valori aproximative $k \approx 0.3.....0.45$

La prețul calculat se aplică diferite taxe după perioada socială (ex TVA)

După realizarea, recepția şi darea în exploatare a instalației electrice se determină un nou preț de cost (postcalcul). Cu această ocazie se observă dacă investiția realizată se încadrează în bugetul aferent, dacă s-au realizat economii sau depăşiri de fonduri. În cazul în care costul lucrării depăşeşte costul determinat prin antecalcul sau chiar fondul alocat realizării lucrării respective se trece la determinarea cauzelor. În cazul în care cauzele sunt obiective se suplimentează fondurile alocate sau dacă există vinovați pentru aceasta , paguba se recuperează de la vinovați.

6 EXEMPLU DE CALCUL

TEMA DE PROIECTARE

Să se proiecteze instalația electrică de lumină și forță a unei hale industriale, dotată cu utilajele de mai jos, având dimensiunile din figura 6.1.

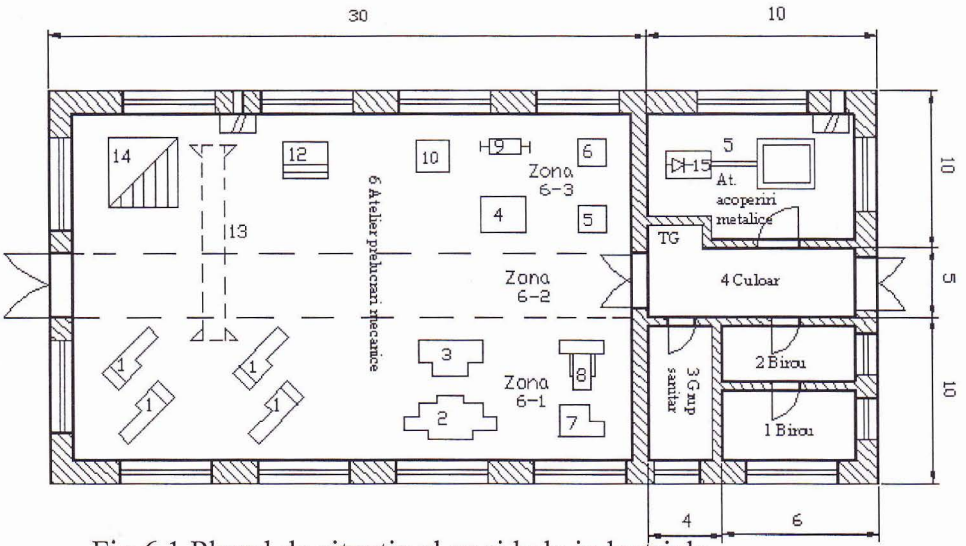


Fig 6.1 Planul de situație al unei hale industriale

1 – Strung paralel	4 buc.	P = 3 kW
2 – Mașină de frezat	1 buc	P = 7,5 kW
3 – Strung carusel	1 buc	P = 11 kW
4 – Presă cu excentric	1 buc	P = 5,5 kW
5 – Mașină de găurit	1 buc	P = 2,2 kW
6 – Mașină de filetat	1 buc	P = 3,5 kW
7 – Mașină de rectificat	1 buc	P = 7,5 kW
8 – Mașină de rabotat	1 buc	P = 5,5 kW
9 – Polizor	1 buc	P = 3 kW
10 – Mașină de ascuțit	1 buc	P = 1,5 kW
11 – Ventilator	2 buc	P = 2,2 kW
12 – Transformator sudură (DA=60 %)	1 buc	S = 13 kVAr
13 – Grindă rulantă (DA = 25 %)	1 buc	P = 5,5 kW
14 – Cuptor cu rezistențe	1 buc	P = 50 kW
15 – Baie de cromare	1 buc	P = 25 kW

6.1 Dimensionarea instalației electrice de iluminat.

6.1.1 Alegerea sistemului de iluminat.

Sistemul de iluminat se alege în conformitate cu paragraful1.1 Rezultatele acestei alegeri se sistematizează în tabelul 6.1

6.1.2 Alegerea corpurilor de iluminat.

La alegerea corpului de iluminat se foloseşte metoda coeficienților de utilizare. Pentru determinarea valorilor medii ale iluminărilor urmărindu-se întocmai modul de aplicare a metodei., se utilizează relațiile de la paragraful 1.2.

Determinarea indicelui încăperii.

- **pentru birouri:** $i_{1,2} = \frac{4*4}{2(4+4)} = 1$

- **pentru grupul sanitar:** $i_3 = \frac{8*4}{2{,}5(8+4)} \approx 1{,}1$

- **pentru hol** $i_4 = \frac{8*3}{2{,}5(8+3)} \approx 0{,}9$

- **pentru atelierul de acoperiri metalice** $i_5 = \frac{8*8}{2{,}5(8+8)} \approx 1{,}6$

- **pentru atelierul de prelucrări mecanice:** $i_6 = \frac{30*20}{5(30+20)} = 2{,}4$

Se alege factorul de reflexie din tabelul 4.7 şi coeficientul de utilizare din tabelele 4.3 şi 4.4.

Se alege corpul de iluminat utilizat şi se precizează caracteristicile tehnice în tabel, folosindu-se cataloagele .

Se calculează noul coeficient de utilizare utilizându-se relația (4.10).

Se ia factorul de depreciere (din tabelul 2.19 UEE. Dan Comşa), funcție de caracteristicile încăperii şi de periodicitatea de curățire a corpurilor de iluminat şi se trece în tabel.

Se alege nivelul de iluminare din STAS 6646-66

Se determină **fluxul util (necesar)** al lămpilor de instalat cu relația1.7. $\Phi_0' = \frac{E_{med} A k_d}{u} = \frac{E_{med} A k_d}{\eta_u \eta_c}$

1,2 - pentru birouri $\Phi = \frac{200*16*1{,}5}{0{,}42} \approx 11430$ [lm]

3 - **pentru grupul sanitar** $\Phi = \frac{30 * 32 * 1,3}{0,43} = 2902$ [lm]

4 - **pentru coridor** $\Phi = \frac{50 * 32 * 1,5}{0,42} = 5714$ [lm]

5 - ptr. atelierul de acoperiri metalice $\Phi = \frac{200 * 64 * 1,8}{0,51} = 45176$ [lm]

6 ptr. atelierul de prelucrări mec. $\Phi = \frac{200 * 600 * 1,8}{0,6} = 360000$ [lm]

Se alege din catalogul de lămpi (sau din anexele),sursele de lumină.

1,2 - pentru birouri:

Se adoptă tub fluorescent, culoare 2x, Un = 220 V, P = 20 W, Φ = 750 lm, lungimea tubului, 0,58 m. Numărul lămpilor necesare;

$$n = \frac{11430}{750} \approx 15.26$$

Se adoptă un număr de **16 lămpi**

Corpul de iluminat ales este dotat cu 4 surse de lumină; rezultă că în fiecare birou se vor monta **4 corpuri** de iluminat.

3 - pentru grupul sanitar

Se adoptă lampă cu incandescență, U_n = 220 V, P = 100 W, Φ = 10400 lm. Numărul de lămpi necesare:

$n = \frac{2902}{1040} = 2,8$ Se adoptă un număr de 3 lămpi.

În grupul sanitar se vor monta **3 corpuri** de iluminat tip Batt dotate cu glob de sticlă şi armătură de protecție.

4 - pentru culoar:

Se adoptă tub fluorescent culoare 2, Un = 220 V, P = 20 W, Φ = 1100 lm, lungimea tubului, 0,58 m. Numărul lămpilor necesare;

$$n = \frac{5714}{1100} = 5,2$$

Se **adoptă** un număr de **6 lămpi**

Corpul de iluminat ales este dotat cu 2 surse de lumină; rezultă că pe culoar se vor monta **3 corpuri** de iluminat, montate în şir,

5 - pentru atelierul de acoperiri metalice

Se adoptă tub fluorescent culoare 3, Un = 220 V, P = 40 W, Φ = 2800 lm, lungimea tubului 1,2 m. Numărul lămpilor necesare;

$$n = \frac{45176}{2150} = 16{,}13$$

Se adoptă un număr de **18 lămpi** Corpul de iluminat ales este dotat cu 3 surse de lumină; rezultă că în acest atelier se vor monta **6 corpuri** de iluminat, montate în două şiruri a trei lămpi pe şir.

6 **- pentru atelierul de prelucrări mecanice**.

Se adoptă tub fluorescent culoare 3x, Un = 220 V, P = 65 W, Φ = 3000 lm, lungimea tubului 1,5 m. Numărul lămpilor necesare;

$$n = \frac{360000}{3000} = 120$$

Corpurile de iluminat care se vor monta deasupra utilajelor în zonele 6 – 1 şi 6 – 3, vor fi dotate cu 3 surse de lumină, iar cele care se vor monta deasupra culoarului, zona 6 – 2, vor fi dotate cu 2 surse de lumină. Corpurile de iluminat se vor monta în cinci şiruri, fiecare şir având nouă lămpi. Numărul surselor necesare va fi:

în zonele 6 – 1 şi 6 – 3 (deasupra utilajelor)

4 şiruri x 9 c.d.i. x 3 sure = 108 lămpi

în zona 6 – 2 (culoarul dintre maşini)

1 şir x 9 c.d.i. x 2 surse = 18 lămpi

Numărul total **adoptat** al lămpilor este :

108+18=**126**

Numărul **corpurilor** de iluminat: **36 cu trei** tuburi

9 cu două tuburi;

total 45

Se calculează **fluxul luminos total instalat iniţial**. precum **şi puterea totală instalată** în fiecare încăpere.

1,2 – pentru birouri Φ =16 * 750 =12000 lm

P = 16 * 20 = 320 W

3 **- pentru grupul sanitar** Φ = 3 * 1040 = 3120 lm

P = 3 * 100 = 300 W

4 **- pentru culoar** Φ = 6 * 1100 = 6600 lm

P = 6 * 20 = 120 W

5 - pentru atelierul de acoperiri metalice

Φ = 18 * 2800 = 50400 lm

P = 18 * 40 = 720 W

6 - pentru atelierul de prelucrări mecanice

Φ = 126 * 3000 = 37800 lm

P = 12 * 65 = 8190 W

Se recalculează iluminarea medie iniţială.

Din relația (4.7), rezultă: $E_{med} = \frac{\Phi * u}{A * k_d}$

1,2 - pentru birouri: $E_{med} = \frac{12000 * 0,42}{16 * 1,5} = 210$ lx

rezultă: E_{med} recalculat (210 lx)> E_{med} recomandat.(200 lx)

3 - **pentru grupul sanitar** $E_{med} = \frac{3120 * 0,43}{32 * 1,3} = 32,25$ lx

rezultă: E_{med} recalculat (32,25 lx) > E_{med} recomandat(30 lx)

4 - **pentru culoar;** $E_{med} = \frac{6600 * 0,42}{32 * 1.3} = 66,6$ lx

rezultă: E_{med} recalculat (66,6 lx)> E_{med} recomandat (50 lx)

5 - pentru atelierul de acoperiri metalice

$$E_{med} = \frac{50400 * 0.51}{64 * 1,8} = 223,12 \text{ lx}$$

rezultă: E_{med} recalculat(223,12 lx) > E_{med} recomandat (200 lx)

6 - pentru atelierul de prelucrări mecanice:

$$E_{med} = \frac{378000 * 0,6}{600 * 1,8} = 210 \text{ lx}$$

rezultă: E_{med} recalculat (210 lx)> E_{med} recomandat (200 lx)

Toate considerațiile şi rezultatele calculelor realizate sunt sistematizate în tabelul 6.1.

Tabelul 6.1

Nr. crt.	Destinația încăperii	Tipul luminatului general	Tipul încăperii	Mod de realizare a instalației	Tipul materialelor folosite
1,2	Birou	Fluorescent	U_0	ST (sub tencuială)	Tub PVC cond.AFY
3	Grup sanitar	Incandescent	K	ST	Tub PVC cond.AFY
4	Culoar	Fluorescent	U_0	ST	Tub PVC cond.AFY
5	Atelier acoperiri metalice	Fluorescent	K	PT(pe tencuială)	ACYY
6	Atelier prelucrări mecanice	Fluorescent	U_0	PT	ACYY

Tabelul 6.1 (continuare)

Nr. crt.	Dimensiunile încăperii [m]			Indicile încăperi i	Culoarea Pereți / Tavan	Factor de reflexie ρ	Coeficient de utilizare u	Randamentul corpului de ilum.(în tabel)η %
	a	b	h					
1,2	4	4	2	1	crem	70	0,42	75
					alb	75		
3	8	4	2,5	1,1	alb	80	0,43	75
					alb	75		
4	8	3	2,5	0,9	crem	75	0,42	75
					alb	75		
5	8	8	2,5	1,6	alb	80	0,51	75
					alb	75		
6	30	20	5	2,4	crem	70	0,6	75
					alb	75		

Tabelul 6.1 (continuare)

Nr. crt.	Caracteristicile corpului de iluminat ales				Coeficient de utilizare căutat u	Factor de depreciere k_d	Iluminarea medie adoptată E_{med} [lx]
	Tip	Rand. η_c [%]	Nr. surse n	cosφ			
1,2	LFA	75	4	0,6	0,42	1.5	200
3	BATT	75	1	1	0,43	1.3	30
4	LFA	75	2	0,6	0,42	1.5	50
5	LFA	75	2	0,6	0,51	1.8	200
6	LFA	75	3 (2)	0,6	0,6	1.8	200

Tabelul 6.1 (continuare)

Nr. crt.	Flux total necesar de instalat [lm]	Fluxul inițial al sursei nec/ad [lm]	Nr. total de surse nec/ad N_s	Nr. corp ilum. nec/ad N_c	Putere a unui surse [W]	Flux total instalat inițial [lm]	Puterea totală instalată [W]	Ilum. medie recalc. [lx]
1 2	11430	$\frac{715}{750}$	$\frac{16}{16}$	$\frac{4}{4}$	20	12000	320	210

3	2902	$\frac{484}{1040}$	$\frac{5,6}{6}$	$\frac{2,8}{3}$	100	3120	300	32,25
4	5714	$\frac{952}{1100}$	$\frac{5,2}{6}$	$\frac{3}{3}$	20	6600	120	66,34
5	45176	2800	$\frac{16,13}{18}$	$\frac{6}{6}$	40	50400	720	223,1
6	360000	$\frac{3000}{3000}$	$\frac{120}{126}$	$\frac{45}{36+9}$	65	378000	8320	210

6.1.3 Amplasarea corpurilor de iluminat.

La amplasarea corpurilor de iluminat se respectă condițiile prevăzute la punctul 1.3. Corpurile de iluminat se vor monta astfel:

1,2 – în birouri;

- câte patru corpuri de iluminat a patru surse de lumină în fiecare birou, montate în două şiruri a două corpuri de iluminat pe şir.

3 – în grupul sanitar:

- trei corpuri de iluminat, montate în şir.

4 - pe culoar:

- trei corpuri de iluminat aşezate într-un singur şir.

5 – în atelierul de acoperiri metalice:

- şase corpuri de iluminat cu trei surse de lumină, aşezate în două şiruri a trei corpuri de iluminat pe şir.

6 – **în atelierul de prelucrări metalice**:

- 45 corpuri de iluminat repartizate astfel: 36 corpuri de iluminat a 3 surse de lumină montate în patru şiruri a 9 lămpi pe şir deasupra utilajelor, iar în lungul culoarului dintre maşini se va monta un alt şir de 9 lămpi a două surse de lumină.

Observație: Se vor monta încă **trei corpuri de iluminat**, prevăzute cu o singură sursă de lumină, având Un =24 V, P_n = 25 W, cos φ =1, **pentru iluminatul de siguranță**, aşezate deasupra uşilor de ieşire (vezi planul instalației de iluminat). pag 95)

Se vor monta câte **două prize monofazate cu contact de protecție** în fiecare birou.

6.1.4 Stabilirea circuitelor de lumină şi a circuitelor de priză.

La stabilirea circuitelor se respectă criteriile de la punctul 1.4.1

Schema de distribuție de la tabloul de lumină (TL) va fi de tipul radial (vezi schema monofilară de distribuție) fig 6.2

De la tabloul de lumină se va alimenta:

Circuitul nr.1 – circuit de prize , circuit monofazat cu nul de protecție, (alimentează 4 prize montate câte două în fiecare birou)

Circuitul nr.2 – circuit de lumină, circuit monofazat, (alimentează lămpile de iluminat din birouri, grupul sanitar şi de pe culoar)

Circuitul nr. 3 – circuit de lumină, circuit monofazat, (alimentează lămpile din atelierul de acoperiri metalice)

Circuitul nr. 4 – circuit de lumină, circuit trifazat cu nul de lucru (alimentează lămpile din atelierul mecanic, zona 6.1)

Circuitul nr. 5 – circuit de lumină, circuit trifazat cu nul de lucru (alimentează lămpile din atelierul mecanic, zona 6.3)

Circuitul nr. 6 – circuit de lumină, circuit monofazat, (alimentează lămpile care luminează culoarul dintre maşini, atelierul mecanic, zona 6.2)

Circuitul nr. 7 – circuit de lumină, monofazat, (alimentează cu o tensiune de 24 V lămpile pentru iluminatul de siguranţă. Sursa de alimentare – un redresor monofazat în paralel cu o baterie de acumulatori).

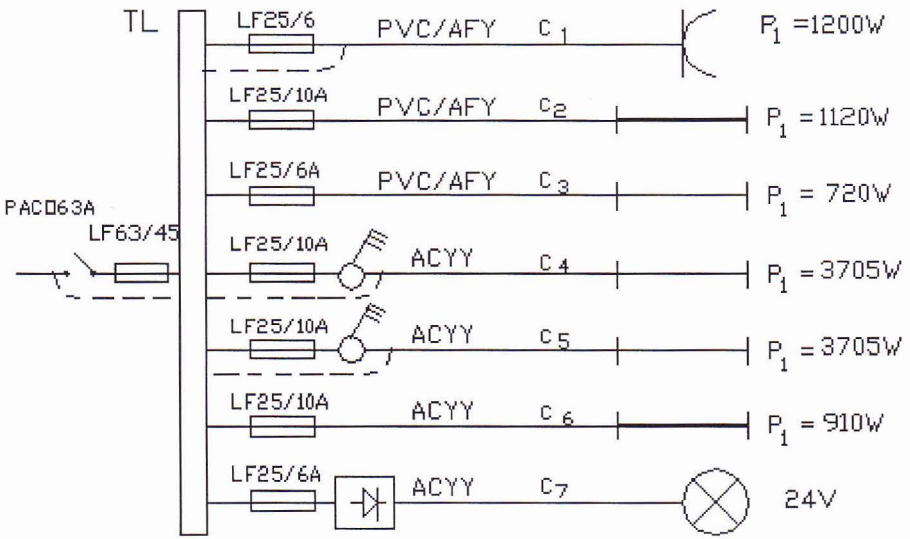


Fig 6.2 Schema de distribuţie a tabloului de lumină

6.1.5 ***Alegerea aparatelor de conectare, de comutaţie şi a aparatelor de protecţie pentru circuitele de lumină şi pentru circuitele de priză.***

Se determină intensitatea curentului pe fiecare circuit cu relaţia (1.) şi rezultă:

- pentru circuitul 1; $I_1 = \frac{1200}{220 * 0.92} = 5.01$ A
- pentru circuitul 2: $I_2 = \frac{1120}{220 * 0.6} = 3.05$ A
- pentru circuitul 3: $I_3 = \frac{720}{220 * 0.6} = 5.45$ A
- pentru circuitele 4,5. $I_{4,5} = \frac{3640}{3 * 220 * 0.6} = 9,20$ A
- pentru circuitul 8: $I_6 = \frac{1040}{220 * 0.6} = 7.87$ A

Rezultatele calculelor si aparatele utilizate sunt sistematizate în tabelul 6.2

Tabelul 6.2

Numărul circuitului	Putere a instalată [W]	cosφ	Tensiunea [V]	Intensitatea [A]	Ap, de prot. Sig. fuzibile		Aparate de comutație sau conectare	
					Tipul soclului	Fuz.[A]	Tip	Montat pe
1	1200	0,92	220	5,01	LF 25	6	ŞUCO ST	perete
2	1120	0,6	220	8,48	LF 25	10	Comut.ST	perete
3	720	0,6	220	5,45	LF 25	6	Comut.ST	perete
4	3640	0,6	220	9,20	LF 25	10	PACO III 16	TL
5	3640	0,6	220	9,20	LF 25	10	PACO III 16	TL
6	1040	0,6	220	7,87	LF 25	10	Într cap scară	perete
7	75	1	/24	0,55/3	LF 25	6		
P_{it}=	11435		I_{tot}=	45,76			-	

6.1.6 Alegerea secțiunii conductoarelor pentru circuitele de lumină şi a circuitelor de priză.

Secțiunea conductoarelor se alege din condiția de încărcare maximă admisibilă.

Cunoscând intensitatea curentului cerut de fiecare circuit se alege secțiunea conductorului de aluminiu ca fiind **2,5 mm^2 (I_a = 19 A).**

Având în considerare că pe circuitul de priză se pot monta prize multiple fie direct în perete, fie cu prelungitor, astfel încât sarcina cerută să fie mai mare decât cea prevăzută, circuitul de priză va fi realizat din

conductoare de aluminiu cu secțiunea de 4 mm., ramificațiile având secțiunea de 2,5 mm^2, conductorul de legare la pământ fiind de tipul CYY 1,5 mm^2.

Dimensiunea tuburilor de protecție se alege funcție de numărul conductoarelor pe care trebuie să le protejeze, din tabelul ..7..36

6.1.7 Planul instalației de iluminat

Planul instalației electrice de iluminat este prezentat în desen nr. ~~6.1~~

de la pag 95

6.2 Dimensionarea instalației electrice de forță

6.2.1 Alegerea distribuției pentru instalația de forță.

Utilajele din atelierul de prelucrări mecanice sunt despărțite de culoarul de trecere în două grupe. Fiecare grupă de utilaje va fi alimentată de la câte un tablou de forță (TF1 zona 6 - 1, TF2 zona 6 - 3.).

Cablurile vor fi montate în canalul pentru cabluri executat în pardoseala atelierului de către constructor

Utilajele amplasate în atelierul de acoperiri metalice vor fi alimentate din tabloul general.

Tensiunea de alimentare a utilajelor 220/380 V.

Pornirea motoarelor se face după fiecare utilaj în parte.

6.2.1.1 Schema de distribuție pe grupe de utilaje.

Schema de distribuție pentru ambele tablouri va fi de tipul radial. Utilajele montate în zona 6 – 1 se vor alimenta de la tabloul de forță TF 1, iar cele din zona 6 – 3 se vor alimenta de la tabloul de forță TF 2

6.2.1.2 Schema monofilară de distribuție a tablourilor de forță.

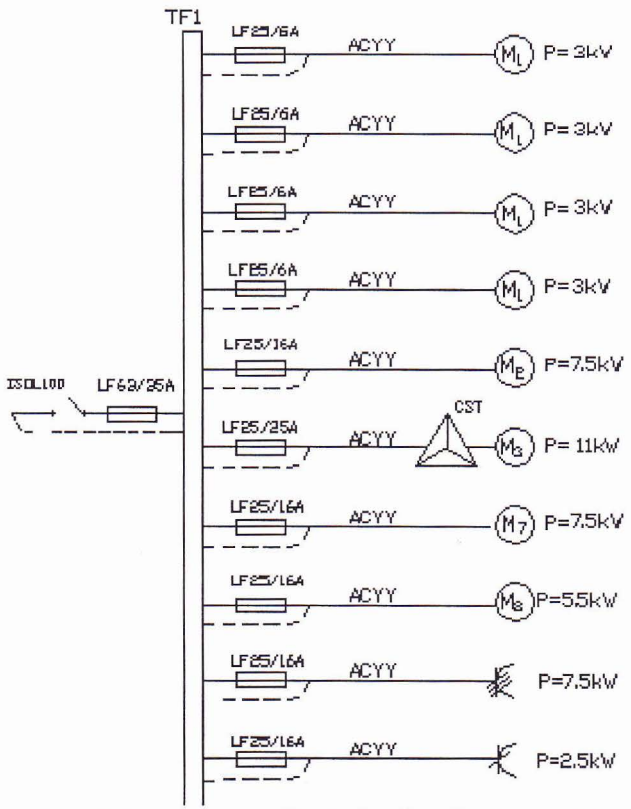


Fig. 6.3 Schema monofilară de distribuție a tabloului TF1.

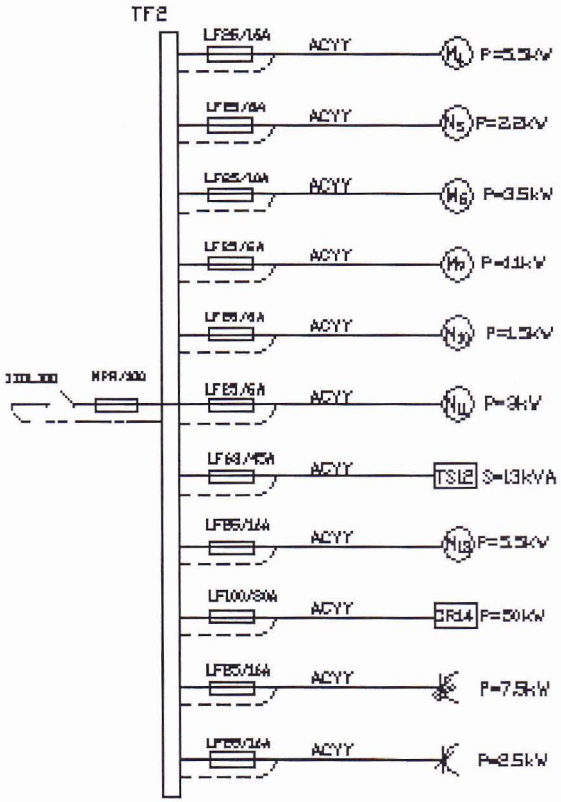


Fig. 6.4 Schema monofilară de distribuție a tabloului TF2.

6.2.2 Amplasarea tablourilor de forță.

La amplasarea tablourilor de distribuție se ține cont de indicațiile din capitolul 2.1.3.

Tabloul general de distribuție va fi amplasat în locul special realizat de constructor, la intrarea în atelierul de prelucrări mecanice, în zidul atelierului de acoperiri metalice . Va fi montat în cofretul special amenajat (vezi planul de situație) .

Tabloul de distribuție TF1 va fi de tipul capsulat şi va fi amplasat în zona 6 – 1, pe peretele lateral, aproximativ la jumătatea atelierului (vezi planul instalației electrice de forță)

Tabloul de distribuție TF2 va fi de tipul capsulat şi va fi amplasat în zona 6 – 3, pe peretele lateral aproximativ la jumătatea atelierului (vezi planul instalației electrice de forță)

6.2.3

6.2.4 Dimensionarea circuitelor de alimentare a receptoarelor de forță.

Pentru dimensionarea circuitelor de alimentare a receptoarelor se determinată intensitatea nominală a curentului pe fiecare circuit cu relațiile (2,1) și (2,2)

Pentru motoarele M_1 și M_9; $I_{1,9} = \frac{3000}{\sqrt{3} * 380 * 0{,}85} = 5{,}7$ A

Pentru motoarele M_2, M_7. $I_{2,7} = \frac{7500}{1.73 * 380 * 0.87} = 13.12$ A

Pentru motoarele M_3. $I_3 = \frac{11000}{1.73 * 380 * 0.87} = 19.23$ A

Pentru motoarele M_4, M_8, M_{13}. $I_{4,8,13} = \frac{5500}{1.73 * 380 * 0.865} = 12.87$ A

Pentru motoarele M_5, M_{11}. $I_{5,11} = \frac{2200}{1.73 * 380 * 0.855} = 3.9$ A

Pentru motoarele M_6. $I_6 = \frac{3500}{1.73 * 380 * 0.87} = 6.12$ A

Pentru motorul M_{10}. $I_{10} = \frac{1500}{1.73 * 380 * 0.855} = 2.67$ A

Pentru transformatorul de sudură TS_{12} $I_{12} = \frac{25000}{1.73 * 380} = 38.02$ A

Pentru cuptorul cu rezistențe CR_{14}. $I_{14} = \frac{50000}{1.73 * 380} = 76$ A

Pentru baia de cromare BC_{15} $I_{15} = \frac{13000}{1.73 * 380} = 19.78$ A

Pentru priza monofazată se consideră o putere de 2,5 kW și $\cos\varphi = 1$.

$$I = \frac{2500}{220} = 11{,}4 \text{ A}$$

Pentru priza trifazată se consideră P = 7,5 kW și cos φ = 0,87
Intensitatea curentului va fi egală cu $I_{2,7}$ =13,12 A

Rezultatele calculelor și al adoptării secțiunilor conductoarelor de alimentare se vor trece în tabelul 6.3

Obs. După alegerea secțiunii conductorului se verifică densitatea de curent în momentul pornirii.

≠ – Se face corect că este pornit în stea – triunghi

Tabelul 6.3

Receptor	Puterea [kW]	I_n [A]	λ	I_p	Secţiunea adoptată [mm^2]	Material utilizat
Pentru tabloul de forţă din zona 6 – 1 TF1						
M1	3	5,7	6,5	37,07	4 x 2,5	ACYY
M2	7,5	13,12	7	91,84	4 x 6	ACYY
M3	11	19,23	7	44,6*	4 x 6	ACYY
M7	7,5	13,12	7	91,84	4 x 6	ACYY
M8	5,5	12,87	7	90,09	4 x 6	ACYY
Priza 3	7,5	13,12	7	91,84	4 x 6	ACYY
Priza 1	2,5	11,4			3 x 4	ACYY
Pentru tabloul de forţă din zona 6 – 3 TF2						
M4	5,5	12,87	7	90,09	4 x 6	ACYY
M5	2,2	3,9	6,5	25,35	4 x 2,5	ACYY
M6	3,5	6,12	6,5	39,78	4 x 2,5	ACYY
M9	3	5,7	6,5	37,07	4 x 2,5	ACYY
M10	1,5	2,67	7	24,6	4 x 2,5	ACYY
M11	2,2	3,9	6,5	25,35	4 x 2,5	ACYY
TS12	25	37,02			3 x16 + 10	ACYY
M13	5,5	12,87	7	90,09	4 x 6	ACYY
CR14	50	76			3 x 35 +25	ACYY
Priza 3	7,5	13,12	7	91,84	4 x 6	ACYY
Priza 1	2,5	11,4			3 x 4	ACYY
Pentru consumatorii de forţă alimentaţi direct din TG						
BC15	13	19,78			4 x 10	ACYY
M11	2,2	3,9	6,5	25,35	4 x 2,5	ACYY

6.2.5 Alegerea aparatelor de protecţie.

De obicei, tablourile de forţă care alimentează maşini unelte conţin numai siguranţe fuzibile pentru protecţia la scurt circuit a conductoarelor sau a cablurilor de alimentare, celelalte aparate de protecţie a motoarelor de antrenare şi a circuitelor de comandă sunt montate în tabloul electric al maşinii respective.; deoarece prezentul exemplu are rol didactic vom considera că aceste aparate sunt montate în tabloul de forţă

Alegerea aparatelor se face conform indicaţiilor din cap. 2 folosind cataloagele de aparate electrice puse la dispoziţie de producătorii de aparatură de joasă tensiune.

Aparatele de protecţie utilizate vor fi prezentate în tabelul 6.4

Tabelul 6.4

Receptor	Tipul pornirii	Aparatele de pornire	Aparate de protecție		
			Sig. fuz. suclu/fuz [A]	Releu termic tip. I_n, I_r. [A]	Releu elmag. $I_{el.}$ [A]
Pentru consumatorii alimentați din tabloul TF1					
M1	direct	TCA10 U_b=220	LF25/6	TSA10, I_r=6 A	
M2	direct	TCA32 U_b=220	LF25/16	TSA32P, I_r=14 A	
M3	stea-triung	CST25	LF25/25	TSA32P, I_r=21 A	I_{el}=24
M7	direct	TCA32 U_b=220	LF25/16	TSA32P, I_r=14 A	
M8	direct	TCA32 U_b=220	LF25/16	TSA32P, I_r=14 A	
Priza 3			LF25/16		
Priza I			LF25/16		
Pentru consumatorii alimentați din tabloul TF2					
M4	direct	TCA32 U_b=220	LF25/16	TSA32P, I_r=14 A	
M5	direct	TCA10 U_b=220	LF25/6	TSA10, I_r=4,5A	
M6	direct	TCA10 U_b=220	LF25/10	TSA32P, I_r=6,8A	
M9	direct	TCA10 U_b=220	LF25/6	TSA10, I_r=6,2A	
M10	direct	TCA10 U_b=220	LF25/6	TSA10, I_r=3 A	
M11	direct	TCA10 U_b=220	LF25/6	TSA10, I_r=4,7A	
TS12	direct	TCA32 U_b=220	LF63/45		
M13	direct	TCA32 U_b=220	LF25/16	TSA32P, I_r=14 A	
CR14	direct	TCA100 U=220	LF100/80		
Priza 3			LF25/16		
Priza 1			LF25/16		
Pentru consumatorii de forță alimentați direct din TG					
BC15	direct	TCA32 U_b=220	LF25/25	TSA32P, I_r=21 A	
M11	direct	TCA10 U_b=220	LF25/6	TSA10, I_r=4,7A	

6.2.5 Dimensionarea coloanelor de alimentare a tablourilor de distribuție

La dimensionarea coloanelor de alimentare a tablourilor de distribuție se foloseşte metoda coeficientului de cerere. Cu această ocazie se calculează şi încărcarea tablourilor de distribuție.

6.2.6.1 Încărcarea tablourilor de forță

Cele două tablouri de forță, TF 1 şi TF 2 se alimentează din tabloul general (vezi schema generală de distribuție , fig. 6.5)

Puterea totală cerută şi curentul total cerut de TF1, alimentat de coloana 1(TG-TF1)

Tabelul 6.5

Receptor	P.tot. inst.[kW]	Coef. cerere [k_c]	P.cerută [kW]	cosφ_{med}	I cerut [A]
M1,M2,M7,M8, PIII,PI	42,5	0,22	9,35	0,6	23,7
M3	11	0,3	3,3	0,65	7,73
Total P_{i1}=	***53,5***	P_{c1}=	***12,65***	I_{c1}=	***31,43***

Puterea totală cerută şi curentul total cerut de TF2, alimentat de coloana 2(G-TF2)

Tabelul 6.6

Receptor	P.tot. inst.[kW]	Coef. cerere [k_c]	P.cerută [kW]	cosφ_{med}	I cerut [A]
M4,M5,M6,M9, M10,M13,PIII,PI	31,2	0,22	6,864	0,6	17,4
M11	2,2	0,75	1,65	0,8	3,14
TS12 (25kVA)	8,75	0,65	5,67	0,35	24,65
CR14	50	0,85	42,5	1	42,5
Total P_{i2}=	***92,15***	P_{c2}=	***56,684***	I_{C2}=	***87,69***

Puterea totală cerută şi curentul total cerut de tabloul general alimentat de coloana 1(PT-TG).

Tabelul 6.7

Receptor	P.tot. inst.[kW]	Coef. cerere [k_c]	P.cerută [kW]	cosφ_{med}	I cerut [A]
TF1	53,5		12,65		31,43
TF2	92,15		56,684		87,69
TL	11,435	1	11,435		45,76
M11	2,2	0,75	1,65	0,8	3,14
BC15	13	0,5	6,5	0,7	14,12
Total P_{ins}=	***172,285***	P_{ctot}=	***89,92***	I_{ctot}=	***182,14***

6.2.6.2 Alegerea secţiunii conductorului şi a aparatelor de protecţie.

Dimensionarea conductoarelor se face conform indicaţiilor din capitolul 1.4.3.

Rezultatele calculelor de dimensionare a coloanelor de alimentare a tablourilor de forţă sunt prezentate în tabelul 6.8

Tabelul 6.8

Coloana	Puterea cerută [kW]	Intensitatea cerută I_c [A]	Secţiunea adoptată[mm^2]	Cablu utilizat
1 (TG – TF1)	12,65	31,43	3 x 16 +10	ACYY
2 (TG – TF2)	56,684	87,69	3 x 50 + 35	ACYY
1 (PT - TG)	89,92	182,14	3 x 120 + 95	ACYYBY

Aparatele de protecţie şi de comutaţie sunt prezentate în tabelul 6.9.

Tabelul 6.9

Coloana	Intens. cerută I_c [A]	Aparate de conectare şi de protecţie		
		Întreruptor	Sig. fuzibile	
		la sosire	la plecare	la sosire
1 TG – TF1	31,43	ISOL 100	LF63/63	LF63/ 35
2 TG – TF2	87,69	ISOL 100	MPR/125	MPR/100
1 PT - TG	182,14	AMT 200	MPR/315	MPR/200

6.2.6 Schema monofilară generală de distribuţie.

Schema prezintă distribuţia energiei electrice pentru toţi consumatorii

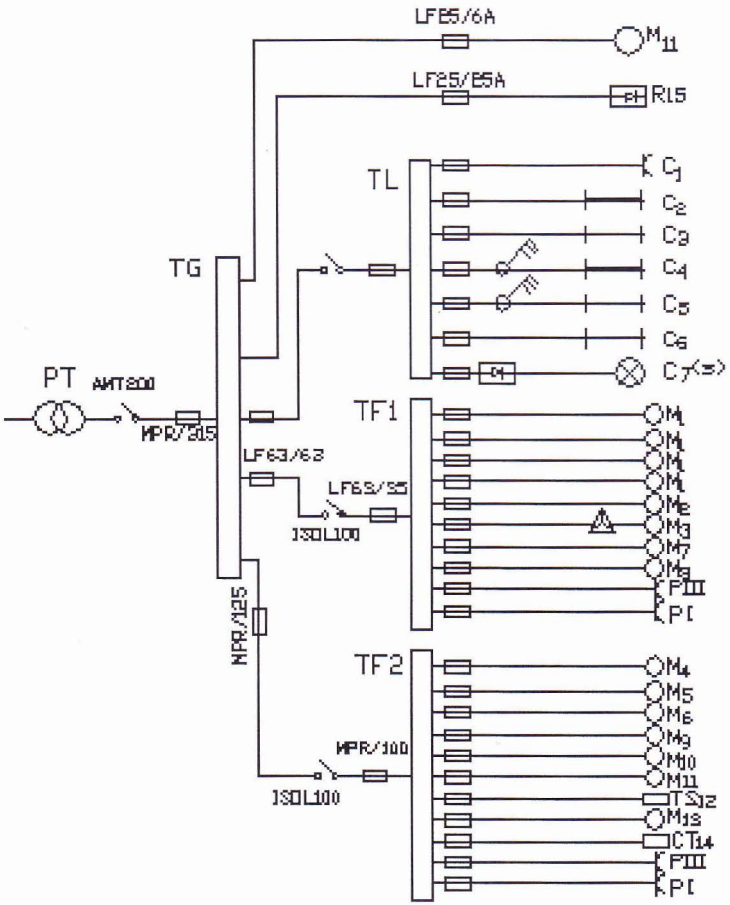


Fig 6.5 Schema generală de distribuţie

6.2.6. Planul instalației electrice de forță .

La realizarea planului instalației electrice de forță se ține cont de indicațiile de la cap 2. Acesta a fost realizat și prezentat în desenul 6.2

6.3 Alegerea postului de transformare.

La alegerea postului de transformare se utilizează relațiile și indicațiile de la cap.3

6.3.1 Determinarea puterii aparente cerute

Rezultatele calculelor sunt prezentate în tabelul 6.10

Tabelul 6.10

Secțiile și grupele de receptoare	P. instalată P_I kW	Coeficientul de cerere k_c	Factorul de putere cosφ	Puterea activă cerută P_c kW	P. reactivă Q_c kVAr
Mașini unelte. M1.M2,M4,M5,M6,M7, M8,M9,M10,M13,PIII,PI M3	84,7 11	0,22 0,3	0,6 0,65	18,64 3,3	24,60 3,90
Ventilatoare M11	4,4	0,75	0,8	3,3	2,45
Transf. de sudură TS12	8,75	0,65	0,35	5,67	15,13
Cuptor cu rezistențe CR14	50	0,85	1	42,5	0
Baie de cromare BC15	13	0,5	0,7	6,5	6,5
Iluminat	11,44	1	compensat.	11,44	0
Total	P_{it}= 182,14	k_{cmed}= 0,5	$\cos\varphi_{med}$ =0,867	P_{ct}= 91,35	Q_{ct}= 52,58

Puterea aparentă cerută

$$S_{ct} = \sqrt{91.35^2 + 52.58^2} = 105.4 \text{ kVA}$$

Factorul de putere natural

$$\cos\varphi_t = \frac{P_{ct}}{S_{ct}} = \frac{91.35}{105.4} = 0,867$$

Coeficientul mediu de cerere

$$k_c = \frac{P_{ct}}{P_{it}} = \frac{91.35}{182.14} = 0.5$$

6.3.2 Alegerea numărului şi a puterii posturilor de transformare

Determinarea puterii transformatorului se face pe baza curbelor de sarcină (fig. 3.1)

Rezultatele calculelor sunt sistematizate în tabelul 6.11

Tabelul 6.11

Mărimea		Relaţia	Calculul
Puterea aparentă cerută (maximul de iarnă) $S_{ct} = S_{max\ i}$		tabelul 6.16	105,4
Puterea aparentă maximă cerută vara(maximul de vară) $S_{max\ v}$		fig. .1 b $0.85*S_{max\ i}$	0.85*1005,4=89,59
Coeficientul de utilizare K_u		~~6.39~~ 3.10	64.2 %
Puterea aparentă a transformatorului S_n	calculată	$S_n \geq \frac{S_{max\ i}}{1+\alpha}$	682.72 kVA
	adoptată		100 kVA
Suprasarcinile	α_3	$\alpha_3 = 3\frac{100 - K_u\%}{10}$	$\alpha_3 = 3\frac{100-64.2}{10} = 10.74\%$
	α_p	$\alpha_p = 100\frac{S_n - S_{max\ v}}{S_n}$	$\alpha_p = 100\frac{100-89.59}{100} = 10.41\%$
	α	$\alpha = \alpha_3 + \alpha_p$	10.74 +10.41 =.21.15%

Concluzie:

Se va utiliza un singur transformator tip ***TTU – NL*** având următoarele caracteristici : ***S_n = 100 kVA. U_{n1}/U_{n2}=10/400 [kV/V].***

În exemplul de fată consumatorii sunt de categoria a doua şi a treia, astfel că s-a putut alege un singur transformator.

Dacă se considera cuptorul cu rezistenţe ca fiind consumator de categoria întâia, atunci, erau necesare două transformatoare de 63 kVA de acelaşi tip, care să lucreze în paralel astfel încât în cazul defectării unui transformator cuptorul să poată fi alimentat de transformatorul rămas în funcţiune.

6.3.3 Amplasarea postului de transformare.

În urma analizării grupelor de sarcini s-a stabilit locul de amplasare a postului de transformare în capătul secției Nr.1 (vezi planul de situație al întreprinderii ,desen ~~nr 6.3~~) de la pag 97

6.4 *Instalația de legare la pământ.*

La proiectarea instalației de legare la pământ se ține cont de indicațiile şi de relațiile din cap. 4

Priza se realizează într-un pământ argilos, preponderent uscat, care are rezistivitatea măsurată : $\rho_{măs.}$= **80 Ωm**

Priza va fi cu electrozi verticali, aşezați în linie dreaptă, îngropați la o adâncime mai mare de 0,8 m.

Adâncimea de îngropare a capătului superior al electrodului – 0,5 m;

Lungimea electrodului : **l = 3 m;**

Adâncimea prizei : **h = 2 m.**

Coeficientul de variație al rezistivității solului; ψ **= 1,4;**

Materialele utilizate la realizarea prizei de pământ:

- electrozii - țeavă galvanizată ϕ **= 2 " (d_e = 5,5 cm.);**
- centura – platbandă galvanizată **OL – Zn 40 x 4 mm;**
- racorduri – platbandă galvanizată **OL – Zn 25 x 4 mm**;

Distanța minimă dintre electrozi 2 m (pentru siguranță se recomandă ca aceasta să fie de 3 m.):

Rezistivitatea de calcul: ρ_c **= 1,4*80 = 112 Ωm**;

Rezistența prizei simple se calculează cu relația :

$$r = 0.366\frac{\rho_{mas}}{l}\left(\log\frac{2l}{d}+\frac{1}{2}\log\frac{4h+l}{4h-l}\right)$$

Folosind datele de mai sus rezultă: **r** $\cong$ 30.75 **Ω.**

Calculând coeficientul de utilizare cu prima relație din tabelul 4.4 obținem: **u** $\cong$ **0,85**

Rezistența admisă pentru priza de pământ: **R** $\leq$ **4 Ω.**

Numărul electrozilor va fi :

$$n = \frac{30.75}{4*0.85} \cong 10$$

Rezistența prizei multiple va fi:

$$R = \frac{30.75}{10*0.85} = 3.61\,\Omega$$

Instalația de legare la pământ este prezentată în desen ~~nr. 4~~. de la pag 98

7. ANEXE

7.1 Tabele uzuale

Tabelul 7.1

Factorii de reflexie şi de transmisie ai unor materiale utilizate în tehnica iluminatului

Materialul		Factorul de:	
		Reflexie ρ [%]	Transmisie τ [%]
Zugrăveală de culoare:	albastră intensă	5...10	-
	verde sau cenuşiu închis	15...25	-
	cafenie	25...35	
	galben - cafeniu	30...45	-
	roşie deschis	30...35	-
	portocaliu deschis	35...45	-
	cenuşiu deschis	35...60	-
	albastră foarte deschisă	45...60	-
	galben foarte deschis	60...75	-
	crem	65...75	-
	albă	75...80	-
Sticlă opalină incoloră de 3,5...5 mm grosime		7...24	60...90
Sticlă clară de 1...3 mm grosime		8...10	80...92
Sticlă lăptoasă		50	40
Lemn de stejar		25...35	-
Hârtie de culoare medie, slab difuzantă		30...37	36...42
Nichel şlefuit mat		50	-
Aluminiu polizat		65...75	-
Otel aliat inoxidabil mat		50...55	-
Porţelan alb lucios		65...77	-
Ipsos		90...95	-
Beton (pereţi , tavan)		30...50	-

Tabelul 7.2

Valorile factorilor de reflexie pentru unele materiale funcție de modul în care se produce reflexia.

Material	Factor de reflexie [%]			
	regulată	perfect difuză	regulat difuză	mixtă
Oglindă din sticlă argintată	70...85	-	-	-
Argint şlefuit	88...95	-	-	-
Crom şlefuit	60...70	-	-	-
Tablă albă	60	-	-	-
Cadmiu şlefuit	64	-	-	-
Nichel şlefuit	55...63	-	-	-
Oxid de magneziu	-	96	-	-
Sulfat de bariu	-	95	-	-
Alabastru	-	92	-	-
Vopsea albă în ulei	-	80	-	-
Suprafață argintată mată	-	-	75	-
Suprafață de aluminiu mată	-	-	55...60	-
Suprafață cromată mată	-	-	50	-
Suprafață nichelată mată	-	-	48...52	
Suprafață lăptoasă	5...6	-	-	30...60
Glazură de porțelan	5...6	-	-	55...65
Marmură	5	-	-	40...60

Tabelul 7.3

Coeficienți de utilizare pentru iluminatul cu lămpi incandescente

(valabili la punerea in funcțiune a instalației)

Factori e reflexie %	Tavan		70			50			30		
	Pereți		50	30	10	50	30	10	50	30	10
Tipul c.d.i	η_c %	i	Coeficienți de utilizare								
Direct	0 ↑ 75 ↓ 75	0.5	0.27	0.22	0.18	0.27	0.22	0.18	0.26	0.22	0.18
		0.75	0.36	0.31	0.27	0.35	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27
		1.0	0.43	0.38	0.34	0.42	0.37	0.34	0.41	0.37	0.34
		1.5	0.52	0.47	0.44	0.50	0.47	0.44	0.50	0.46	0.44
		2.0	0.57	0.53	0.50	0.56	0.53	0.50	0.56	0.53	0.50
		2.5	0.61	0.58	0.55	0.60	0.57	0.55	0.59	0.57	0.55
		3	0.63	0.61	0.58	0.63	0.60	0.58	0.62	0.60	0.58
		4	0.67	0.65	0.63	0.66	0.64	0.63	0.66	0.64	0.63
		5	0.69	0.68	0.66	0.69	0.67	0.66	0.68	0.67	0.66

Mixt	42 ↑ 80 ↓ 38	0.5	0.24	0.20	0.16	0.21	0.17	0.15	0.18	0.15	0.13
		0.75	0.34	0.29	0.32	0.29	0.25	0.22	0.24	0.22	0.19
		1.0	0.40	0.35	0.35	0.34	0.31	0.28	0.29	0.26	0.24
		1.5	0.47	0.44	0.41	0.42	0.38	0.36	0.35	0.33	0.31
		2.0	0.53	0.50	0.43	0.46	0.44	0.41	0.39	0.38	0.36
		2.5	0.56	0.54	0.52	0.49	0.47	0.45	0.42	0.40	0.39
		3	0.58	0.56	0.55	0.51	0.49	0.48	0.44	0.43	0.42
		4	0.61	0.58	0.58	0.54	0.53	0.52	0.46	0.46	0.45
		5	0.62	0.60	0.61	0.55	0.55	0.54	0.47	0.47	0.47
Indirect	80 ↑ 80 ↓ 0	0.5	0.19	0.15	0.12	0.13	0.10	0.03	0.07	0.06	0.052
		0.75	0.27	0.22	0.19	0.18	0.15	8	8	3	0.080
		1.0	0.31	0.27	0.24	0.22	0.19	0.13	0.11	0.09	0.10
		1.5	0.38	0.34	0.32	0.27	0.24	0.17	0.13	3	0.13
		2.0	0.42	0.39	0.36	0.29	0.27	0.22	0.16	0.11	0.15
		2.5	0.45	0.42	0.40	0.31	0.30	0.26	0.17	0.14	0.17
		3	0.46	0.44	0.42	0.32	0.31	0.28	0.18	0.16	0.18
		4	0.48	0.46	0.45	0.34	0.33	0.30	0.19	0.18	0.19
		5	0.50	0.48	0.47	0.35	0.34	0.32	0.20	0.18	0.20
								0.33	0.21	0.19	
										0.20	

*Semnificația cifrelor din coloana 2

- cifra de sus - fracțiunea din fluxul luminos al corpului de iluminat emisa in emisfera superioara; - cifra de jos - fracțiunea din fluxul luminos al corpului de iluminat emisa in emisfera inferioara; - cifra de mijloc - randamentul η_c, al corpului de iluminat

Coeficienți de utilizare pentru iluminatul cu lămpi fluorescente (valabili la punerea in funcțiune a instalației) Tabelul 7.4

Factori de reflexie %	Tavan		70			50			30		
	Pereți		50	30	10	50	30	10	50	30	10
Tipul c.d.i.	η_c %	i	Coeficienți de utilizare								
Direct	0 ↑ 75 ↓ 75	0.5	0.26	0.21	0.17	0.26	0.21	0.17	0.25	0.20	0.17
		0.75	0.36	0.30	0.27	0.35	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27
		1.0	0.42	0.37	0.33	0.42	0.37	0.33	0.41	0.37	0.33
		1.5	0.51	0.46	0.43	0.50	0.46	0.42	0.49	0.45	0.42
		2.0	0.56	0.52	0.49	0.55	0.52	0.49	0.55	0.52	0.49
		2.5	0.60	0.57	0.54	0.59	0.56	0.54	0.58	0.56	0.53
		3	0.62	0.59	0.57	0.61	0.59	0.56	0.61	0.58	0.56
		4	0.66	0.64	0.62	0.65	0.64	0.62	0.65	0.63	0.62
		5	0.68	0.67	0.65	0.68	0.66	0.65	0.67	0.65	0.65
Mixt	42 ↑ 80 ↓ 38	0.5	0.24	0.19	0.16	0.20	0.17	0.14	0.17	0.14	0.12
		0.75	0.33	0.28	0.24	0.28	0.24	0.21	0.24	0.21	0.18
		1.0	0.38	0.34	0.30	0.33	0.29	0.27	0.28	0.25	0.23
		1.5	0.46	0.42	0.39	0.39	0.37	0.34	0.34	0.31	0.29
		2.0	0.51	0.48	0.45	0.44	0.41	0.39	0.37	0.35	0.34
		2.5	0.54	0.51	0.49	0.47	0.45	0.43	0.40	0.38	0.37
		3	0.56	0.54	0.51	0.49	0.47	0.45	0.41	0.40	0.38
		4	0.59	0.57	0.55	0.53	0.50	0.48	0.44	0.43	0.42
		5	0.61	0.59	0.58	0.53	0.52	0.51	0.46	0.45	0.45

Semi-indirect	80 ↑ 80 ↓ 0	0.5	0.22	0.18	0.15	0.18	0.15	0.12	0.14	0.12	0.10
		0.75	0.30	0.23	0.22	0.25	0.21	0.19	0.19	0.17	0.15
		.1.0	0.33	0.31	0.28	0.29	0.26	0.23	0.23	0.21	0.19
		1.5	0.42	0.39	0.36	0.35	0.32	0.30	0.27	0.26	0.24
		2.0	0.46	0.44	0.41	0.38	0.36	0.34	0.30	0.29	0.27
		2.5	0.49	0.46	0.44	0.40	0.39	0.37	0.32	0.31	0.30
		3	0.51	0.48	0.46	0.42	0.40	0.39	0.33	0.32	0.31
		4	0.53	0.51	0.50	0.44	0.43	0.42	0.35	0.34	0.34
		5	0.55	0.53	0.52	0.45	0.45	0.44	0.37	0.36	0.35

Tabelul 7.5

Valorile minime admisibile ale factorilor de uniformitate

Categoria construcțiilor	Factori de uniformitate	
	E_{min}/E_{max}	E_{min}/E_{med}
Construcții industriale categoriile I, II, III si IV.	0.3	0.65
Construcții industriale categoriile V si VI.	0.2	0.4
Construcții civile	-	0.5
Suprafețe de circulație	-	0.25

Tabelul 7.6

Factorii de depreciere(k_d) pentru calculul instalațiilor de iluminat din clădiri si industriale [ ]

Caracteristicile încăperii	Factorii de depreciere		Periodicitate a de curățire a corpurilor de iluminat
	lămpi fluores-cente	lămpi incandes-cente	
Încăperi în care se degaja mult praf, fum sau funingine (turnatorii, fabrici de ciment, filaturi etc.)	2	1.7	de patru ori pe an
Încăperi cu degajare mijlocie de praf, fum sau funingine (încăperi obişnuite din industrie)	1.8	1.5	de doua ori pe an
Încăperi cu puțin praf, fum sau funingine (birouri, scoli, etc)	1.5	1.3	o data pe an

Tabelul 7.7

Valorile temperaturilor de culoare.

Nr. crt.	Sursa de lumină	T_c în K
1	Bec electric de 40 W	2700
2	Bec electric de 200 W	2800
3	Bec electric de 1000 W	3000
4	Soarele dimineața şi seara	4000
5	Luna plină	4000
6	Arc cu cărbuni puri	4700

7	Lumina de zi	5500
8	Lampă cu xenon	5900
9	Lampă cu luminofori	6000 – 7000
10	Lumina cerului albastru	12000 – 27000

Tabelul 7.8

Soclurile lămpilor cu incandescență

Denumirea soclului	Simbol	Tensiunea nominală maximă
Soclu miniatură	E 10/13	Până la 36 V
iatură	E 10/20 *13	
mic (mignon)	E 14/20	Până la 250 V
Soclu mic cu guler	E 14/25 *17	
Soclu mediu (normal)	E 27/25	
Soclu mediu cu guler	E 27/23 * 30	
Soclu mare (Goliat)	E 40/45	
Soclu mare cu guler	E 40/65 *47....50	

Tabelul 7.9

Caracteristicile lămpilor cu incandescență normale, cu tensiunea nominală de 220/120 V, fabricate în România

Puterea nominală[W]	Fluxul luminos [lm]		Eficacitatea luminoasă [lm/W] pentru U = 220 V	Tipul soclului
	220 V	120 V		
15	105	-	7	E 27 Sau B22
25	190	217	7,6	
40	312	372	7,8	
60	517	613	8,6	
75	690	840	9,2	
100	1040	1210	10,4	
150	1770	2080	11,8	
200	2540	2880	12,7	
300	4270	4680	14,2	E 40
500	7350	8000	14,7	
1000	16700	17700	16,7	

Tabelul 7.10

Culorile tuburilor fluorescente pentru iluminatul general

Denumirea culorii	Temp.de culoare [° K]	Simbolul culorii	Observații
Alb lumina zilei	6500	1	Produc o lumină foarte apropiată de lumina zilei când cerul este acoperit de nori
Alb lumina zilei corectat	6500	1x	
Alb	4300	2	
Alb superior (de lux)	3800	2x	
Alb cald	3000	3	Radiațiile luminoase au o compoziție spectrală apropiată de cea a lămpilor cu incandescență
Alb cald superior (de lux)	2900	3x	

Tabelul 7.11

Caracteristicile de funcționare ale tuburilor fluorescente pentru iluminatul general, fabricate în România

Cod	Puterea nominală	Curentul nominal	Fluxul luminos nominal [lm]						Obs
			1	1x	2	2x	3	3x	
LFA14	14	0.39	-	430	580	360	590	390	Cu starter
LFA 20	20	0,39	900	820	1080	700	1080	750	
LFA 40	40	0,43	2300	2120	2800	1750	2800	1880	
LFA 65	65	0,67	3600	3300	4400	2800	4400	3000	
LFB 40	40	0,44	2200	2000	2650	1680	2650	1780	Idem aprindere la temp. scăzută
LFR 40	40	0,44	2200	2000	2650	1680	2650	1780	Fără starter, aprindere la temp. scăzută

Tabelul 7.12

Caracteristicile lămpii cu incandescență și ale lămpii fluorescente.

Felul lămpii	Componența spectrului	η [lm/W]	L [sb] (stilb) 1sb=10^4 cd/m	D [h]	cos φ
Cu incan-descență	Predomină radiațiile roșu și galben	10...25	70...1000	1000	≈1
Fluores-centă	Culoarea zilei sau culoarea zilei cu cer acoperit	40...70	0,8...1	4000...7500	0,45...0,6

Tabelul 7.13

Caracteristicile lămpilor cu vapori de mercur de înaltă presiune cu balon mat (OSRAM), cu tensiunea nominală 220 V.

Puterea nominală [W]	Fluxul luminos [lm]	Eficacitatea luminoasă [lm/W]
80	3 000	37
125	5 400	43
250	11 500	46
400	20 000	51
700	37 000	53
1000	52 000	52
2 000	130 000	65

Tabelul 7.14

Caracteristicile de funcționare ale lămpilor fluorescente cu vapori de mercur de înaltă presiune fabricate în România.

Tipul lămpii	Puterea nominală [W]	Fluxul luminos [lm]	Curentul [A]	Factorul de putere cos φ
LFV 80	80	3 000	0,80	0,50
LFV 125	125	5 400	1,15	0,50
LFV 250	250	11 500	2,05	0,55
LFV 400	400	20 000	3,15	0,60

Tabelul 7.15

Caracteristicile lămpilor cu vapori de sodiu (OSRAM) cu tensiune nominală 220 V.

Puterea nominală [W]	Fluxul luminos [lm]	Eficacitatea luminoasă [lm/W]
45	3 300	73
60	5 000	83
85	8 000	94
140	13 000	93
200	21 000	107
220	26 000	120

Tabelul 7.16

Caracteristicile lămpilor cu vapori de mercur de înaltă presiune şi ioduri metalice (OSRAM).

Puterea nominală [W]	Tensiunea de alimentare [V]	Fluxul luminos [lm]	Eficacitatea luminoasă [lm/W]
100	220	6 000	60
160		11 500	72
250		19 500	78
400		34 000	85
700		63 000	90
1 000	380	95 000	95
2 000		200 000	100

Tabelul 7.17

Caracteristicile lămpilor cu xenon cu arc lung (OSRAM)

Puterea nominală [W]	Tensiunea de alimentare [V]	Fluxul luminos [lm]	Eficacitatea luminoasă [lm/W]
6 000	220	140 000	23
10 000	220	250 000	25
20 000	380	500 000	25
65 000	380	2 000 000	35

Tabelul 7.18

Valori de iluminare recomandate.

Specificul muncii	Exemplu	Iluminarea, E [lx]
Fără precizie	Stocare mărfuri	30...170
Precizie medie	Montaj normal	170...350
Precizie bună	Citit desenat	350...700
Mare şi foarte mare precizie	Montaj precizie	700...10000

Tabelul 7.19

Valori minime admisibile ale iluminării medii pentru construcţii civile (conform STAS 6646 –66)

Denumirea si destinaţia încăperilor		Valoarea iluminării *[lx]*	
		Tuburi fluorescente	Lămpi cu incandescenta
A	Clădiri de locuit		
	Camere de dormit		30
	Camere de zi		50
B	Clădiri administrative	-	
	Birouri	200	75
	Săli de desen, proiectare	300	150
	Depozite	-	30
C	Clădiri comerciale		
	Magazine	250	150
	Restaurante	300	100
	Depozite	100	30
D	Clădiri social culturale		
	Instituţii medicale	300	150
	Instituţii de învăţământ	300	150
	Biblioteci	250	100
	Cantine	200	75
	Muzee, expoziţii	300	150
	Teatre, cinematografe	200	50
E	Clădiri pentru comunicaţii		150
	(gări, posta, telefoane, etc)	300	
F	Încăperi auxiliare		
	Scări, coridoare	50	20
	Grupuri sanitare	-	30
	Centrale termice	-	50
	Bucătarii	200	50
G	Clădiri pentru sport	250 - 500	100

Tabelul 7.20

Valori minime admisibile ale iluminării medii pentru iluminatul general construcțiilor industriale (conform STAS 6646 –66)

Categoria de munca Detaliu de observat	*Iluminare medie* [lx]					
	Lămpi fluores-cente	Lămpi incandes-cente	Lămpi fluores-cente	Lămpi incandes-cente	Lămpi fluores-cente	Lămpi incandes-cente
Minuscul >0,1mm	500 300	300 150	750 500	300	750	300
II Foarte fin (0.1..0.3mm)	200	10 75	400 200	150 100	750 400	300 150
III Fin (0.3…1mm)	200	75 50	200	100 75	300 200	150 100
IV Mic (1…10mm)	150	50	150	50	150	50
V Mediu (>10mm)	150	50	150	50	150	50
VI Supraveghere gen	75	20	75	20	75	20
	MARE		MEDIU		MIC	
	CONTRASTUL intre fond si detaliu					

Obs. Gradul de luminozitate al suprafeței detaliului sau al fondului pe care se distinge detaliul se considera *întunecat* ($\rho \leq 0.3$) pentru limita superioara si *luminos* ($\rho \geq 0.3$) pentru limita inferioara.

Tabelul 7.21

Intensitățile maxime admisibile ale curentilor în regim permanent, pentru bare montate pe muchie, vopsite, la temperatura mediului ambiant de +20 °C [19]

Dimensiunile , mm.		Intensitățile curenților, A							
		Cupru				Aluminiu			
		C. alternativ		C. continuu		C. alternativ		C. continuu	
Lăți-mea	Grosi mea	Numărul barelor pe pol sau fază							
		1	2	1	2	1	2	1	2
20	3	290	500	295	515	225	390	230	400
20	5	385	660	390	670	300	505	310	530
30	5	530	920	540	945	415	720	435	740
40	5	710	1180	715	1215	530	920	555	955
50	5	850	1410	870	1500	645	1115	680	1175
60	5	1000	1685	1025	1770	770	1335	805	1390
60	10	1415	2475	1475	2595	1105	1930	1150	2005
80	10	1840	2950	1970	3305	1435	2460	1495	2645
100	10	2215	3655	2360	4245	1750	2930	1815	3220

Obs. – Numărul barelor pe pol şi fază poate ajunge la 4

- În cazul montării barelor pe lat, intensitățile maxime admisibile vor fi reduse cu 5% până la lățimea de 60 mm şi cu 8% pentru lățimi mai mari.

Tabelul 7.22

Intensitățile maxime admisibile ale curentilor în regim permanent, pentru cabluri, cu 3 – 4 conductoare, montate în pământ la temperatura mediului ambiant de +20 °C. [19]

Secțiune a conduc-oarelor mm^2	Intensitățile curentilor, A					
	izolație :cauciuc, PVC, manta: cauciuc, PVC		izolație: cauciuc, PVC manta: plumb		izolație: hârtie manta: plumb, aluminiu	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
1	2	3	4	5	6	7
4	45	36	45	35	45	35
6	60	48	57	43	60	45
1	2	3	4	5	6	7
10	80	64	77	60	80	65
16	110	88	102	81	110	90
25	135	110	131	102	135	110
35	165	130	168	131	165	130
50	200	160	206	156	200	160
70	245	195	250	193	245	195
95	295	235	300	230	295	235
120	340	270	344	269	340	270
150	390	310	395	306	390	310
185	445	355	450	350	445	355

Tabelul 7.23

Temperaturile maxim admisibile în regim permanent [19]

Materialul	Temperatura maximă admisibilă, ^{0} C.
Conductoare neizolate şi bare	+70
Conductoare şi cabluri cu izolație de cauciuc	+60
Conductoare şi cabluri cu izolație de PVC	+65
Cabluri cu izolație de hârtie	+65

Tabelul 7.24

Intensitățile maxime admisibile ale curentilor în regim permanent, pentru conductoare cu izolație de cauciuc sau PVC, la temperatura de +20 °C [19]

Secțiunea conductoarelor mm^2	Intensitățile curenților, A							
	Cupru				Aluminiu			
	Cond. montat liber în aer	Numărul conductoarelor montate într-un tub			Cond. montat liber în aer	Numărul conductoarelor montate într-un tub		
		2	3	4		2	3	4
1	17	16	15	14	-	-	-	-
1,5	23	19	17	16	-	-	-	-
2,5	30	27	25	25	24	20	19	19
4	41	38	35	30	32	28	28	23
6	50	46	42	40	39	36	32	30
10	80	70	60	50	60	50	47	39
16	100	85	80	75	75	60	60	55
25	140	115	100	90	105	85	80	70
35	170	135	125	115	130	100	95	85
50	215	185	170	150	165	140	130	120
70	270	225	210	185	210	175	165	140
95	330	175	255	225	255	215	200	175
120	385	315	290	268	295	245	225	200
150	440	360	330	-	340	275	255	-

Tabelul 7.25

Coeficienți de corecție datorați temperaturii mediului ambiant [19]

Temperatura °C / Tipul conductei	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40
Conductoare neizolate şi bare montate în aer	1.20	1.15	1.11	1.05	1.00	0.94	0.88	0.81
Conductoare izolate în cauciuc sau PVC, montate în aer sau în tuburi de protectie	1.22	1.17	1.12	1.06	1,00	0.94	0.87	0.79
Cablu cu izolație şi manta din PVC, pozat în pământ sau aer	1.15	1.10	1.05	1.00	0.94	0.88	0.82	0.75
Cablu cu izolație şi manta din cauciuc, pozat în pământ sau aer	1.20	1.13	1.07	1.00	0.93	0.85	0.76	0.65

Cablu cu izolație din PVC sau cauciuc şi manta de plumb, pozat în pământ sau aer	1.20	1.13	1.07	1.00	0.93	0.85	0.76	0.65
Cablu cu izolație de hârtie impregnata şi manta de plumb, pozat în pământ sau aer	1.15	1.10	1.05	1.00	0.94	0.88	0.82	0.75

Tabelul 7.26

a **Coeficienți de corecție în cazul pozării mai multor cabluri în acelaşi şanț sau a pozării lor în aer** [19]

Modul de pozare al cablurilor	Numărul de cabluri					
	1	2	3	4	5	6
Într-un singur strat, în acelaşi şanț, la intervale de 7 cm.	1	0.9	0.8	0.75	0.7	0.65
Pe pereți sau pe rastele la intervale egale cu diametrul cablului.	0.80	0.75	0.75	0.7	0.7	0.7
Pe pereți sau pe rastele fără distantă între cabluri	0.8	0.65	0.65	0.6	0.6	0.6
În canale acoperite, la intervale egale cu diametrul cablului (informativ)	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

Tabelul 7.27

Valorile componentei active a tensiunii de scurtcircuit u_r [%] pentru transformatoarele de fortă

S_T (kVA)	100	160	250	400	630	1000	1600
$u_r = 100\frac{p_{cu}}{S_T}$ [%]	2.3	2	1.8	1.6	1.5	1.3	1.2

Tabelul 7.28

Impedanța liniilor electrice de joasă tensiune

Tipul liniei	Rezistenta R_l [mΩ]	reactanta X_l [mΩ]
Cabluri	Cu: $\frac{17.9*10^3}{s}l$	75 *l
Linii electrice aeriene		300 *l
Bare	Al: $\frac{28.6*10^3}{s}l$	500*l

Valorile limitã ale raportului între curenţii admisibili în conductoare şi curenţii nominali ai siguranţelor fuzibile [19]

Tabel 7.29

Denumirea încăperii	Destinaţia reţelelor	Modul de instalare al reţelelor	$\psi = I_a/I_{nf}$
Locuinţe, localuri publice, birouri şi încăperi de serviciu din intreprinderi	Reţele de luminã şi fortã	Conductoare în ţevi sau montate pe suporturi izolante Cabluri	1.25... 1.66 1.00
Încăperi de productie ale întreprinderilor industriale	Reţele de fortã	Fideri şi linii principale montate în ţevi Fideri şi linii principale montate pe suporturi izolante Fideri şi linii principale montate prin cabluri subterane	0.66 0.85 0.66
		Derivaţii spre receptoare cu regim prelungit de functionare montate în ţevi Idem, montate descoperit pe suporturi izolante Idem, montate prin cabluri Derivaţii spre receptoare cu regim de functionare de scurtã duratã, montate prii ţevi sau prin cabluri	0.33 0.85 0.33 0.5
	Reţele de iluminat	Fideri, linii principale şi derivaţii montate prin conductoare în ţevi, în aer liber pe suporturi izolante sau prin cabluri	1
Încăperi în care existã pericol de explozie	Reţele de luminã şi fortã	Fideri, linii principale şi derivaţii pentru receptoare cu orice regim de functionare, conductoarele fiind montate prin ţevi Idem, dar executate prin cabluri	1.25 1,00

Tabelul 7.30

Valorile temperaturii maxime admisibile şi a coeficientului C la încălzirea conductelor, în regim de scurtcircuit [6]

Tipul şi materialul conductoarelor		Temperatura maximă admisibilă [^{0}C]	Coeficientul C
Bare din cupru		200	165
Bare din aluminiu		200	90
Bare din otel (fără legătură directă cu aparatele)		400	66
Bare din otel (cu legătură directă cu aparatele)		300	60
Cabluri cu izolaţie de hârtie şi conductoare de	cupru	200	145
	aluminiu		98
Cabluri cu izolaţie din cauciuc sau PVC şi conductoare de	cupru	150	122
	aluminiu		83
Cabluri şi conductoare cu izolaţie de polietilenă şi conductoare de	cupru	120	104
	aluminiu		70

Tabelul 7.31

Alegerea dimensiunii fuzibilelor pentru asigurarea selectivităţii între siguranţele de acelaşi tip [21]

Tip		Intensitatea nominală a fuzibilului, A							
Cu filet	SF_1	16	20	25	35	50	63	80	100
	SF_2	6	10	16	20	25	35	50	63
MPR	SF_1	100	200	250	315	400	500	630	
	SF_2	100	125	160	200	250	315	400	

Tabelul 7.32

Caracteristicile condensatoarelor folosite la compensarea factorului de putere [6]

Tipul condensatoarelor	$Q_{nom.}$ [kVAr]	U_{nom} [kV]	C_{nom} [μF]	Nr. faze
CU 0.38 – 15 - 3	15	0.38	330	3
Cu 0.50 – 15 - 3	15	0.50	193	3
CU 091/6.3 – 15 -1	15	0.91/6.3	57.8	1
CS 0.38 – 15 - 3	15	0.38	330	3
CS 0.38 – 20 - 3	20	0.38	440	3
CS 0.50 – 15 - 3	15	0.50	193	3
CS 0.91/6.3 – 15 - 1	15	0.91/6.3	57.8	1

Coeficientul de cerere k_c, şi factorul de putere cos φ pentru diferite categorii de receptoare [6] Tabelul 7.33

Receptorul	k_c	cosφ
a, Instalaţii de fortă		
Motoarele bine încărcate cu funcţionare continuă ale compresoarelor, ventilatoarelor, pompelor benzilor rulante, maşinilor de sudare prin puncte etc.,	0.75	0.8
Motoarele maşinilor unelte cu acţionare individuală şi regim de lucru normal (strunguri, maşini de găurit, freze, morteze, etc.)	0.20	0.6
Motoarele maşinilor unelte cu acţionare individuală şi regim de lucru greu (prese de ştanţat cu excentric, strunguri automate, freze pentru roti dinţate etc.)	0.25	0.6
Motoarele maşinilor unelte cu acţionare individuală şi regim de lucru foarte greu (mori cu bile, maşini de sfărâmat, maşini de forjat şi trefilat, prese cu arbore cotit, etc.)	0.45	0.65
Motoare electrice cu funcţionare intermitentă (macarale, funiculare, căi cu role, mese de ridicat, etc.)		
- cu regim uşor	0.10	0.45
- cu regim greu	0.15	0.45
Aparate de încălzire, cuptoare cu rezistentă, cuptoare de uscat, băi de săruri etc.	0.60	0.95
Transformatoare pentru sudare cu arc	0.37	0.35
Aparate de sudat cap la cap şi prin puncte, aparate de încălzire directă	0.42	0.70
Convertizoare de sudare cu un singur punct de lucru	0.51	0.65
Cuptoare cu inducţie:		
- de joasă frecventă	0.72	0.95
- de înaltă frecventă	0.80	0.95
Cuptoare electrice cu arc pentru topirea otelului	0.7	0.85
b. Instalaţii de iluminat		
Pentru clădiri (încăperi) mici până la 200 m^2	1.00	0.90
Hale industriale		Fluores
- cu ateliere şi încăperi separate	0.85	cent
- fără separaţii	0.95	compen
Clădiri sociale şi administrative, şcoli, laboratoare	0.90	sat
Centrale şi staţii energetice	0.90	1.00
Iluminat public (exterior)	0.90	Incan-
Iluminat de siguranţă	1.00	descent

Coeficientul ψ de variație a rezistivității solului [19] Tabelul 7.34

Tipul prizei de pământ		ψ pentru soluri		
		foarte umede	cu umiditate mijlocie	uscate
Orizontală, cu electrozi îngropați la adâncimea de	0,3 – 0,5 m	6,5	5,0	3,5
	> 0,5 m	3,0	2,0	1,6
Verticală, cu electrozi îngropați la adâncimea de minimum 0,8 m		2,0	1,5	1,4

Tabelul 7.35

Valori orientative ale rezistivității diferitelor soluri şi ape [19]

Natura solului sau apei	ρ ,Ωm	
	Valori limită	Valori recomandate
Apă de iaz sau izvor	40 – 50	40
Apă de mare	1 – 5	3
Apă de munte (pârâuri, râuri, lacuri)	100 – 1200	1000
Apă de pârâu şi râu	10 – 50	20
Apă subterană	20 – 70	50
Balast cu pământ	500 – 6000	1000
Cernoziom	10 – 70	50
Granit, marmoră	10^8 - 10^9	10^8
Humă vânătă cu sulfură de fier	10 – 20	10
Loess, pământ de pădure	100 – 300	250
Mică	10^{12} - 10^{15}	10^{15}
Nisip foarte umed	100 – 500	400
Nisip, nisip cu pietriş	1000 – 2000	1000
Pământ arabil	10 – 60	50
Pământ argilos, argilă	40 – 150	80
Pământ cu pietriş	100 – 500	200
Pământ, humă, turbă (foarte umed)	15 – 20	20
Pământ nisipos	150 – 400	300
Roci , bazalte	10 000	10 000
Sare gemă	10^{11}	10^{11}
Soluție de sare şi ape acide	0,01	0,01
Stâncă compactă	100 000	100 000

Alegerea diametrelor tuburilor de protecție funcție de numărul şi secțiunea conductoarelor [19] Tabelul 7.36

Secț. cond. mm^2	Numărul conductoarelor în tub							Secț. cond. mm^2	Numărul conductoarelor în tub						
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7
	Diametrul interior nominal al tubului mm								Diametrul interior nominal al tubului mm						
Tuburi IP								Tuburi P							
1	11	11	13,5	16	16	16	23	6	14	18	26	26	26	37	37
1,5	11	13,5	13,5	16	16	23	23	10	14	26	26	26	37	37	-
2,5	11	13,5	16	23	23	23	29	16	18	26	37	37	37	-	-
4	13,5	16	23	23	23	29	29	25	18	37	37	37	-	-	-
6	13,5	23	23	23	29	36	36	35	26	37	37	-	-	-	-
10	13,5	23	29	29	29	36	48	50	26	37	-	-	-	-	-
16	16	29	29	36	36	48	48	70	26	-	-	-	-	-	
25	23	29	36	36	48	48		95	37	-	-	-	-	-	-
35	23	36	36	48	48	-		120	37	-	-	-	-	-	-
50	23	36	48	48	-	-		150	37	-	-	-	-	-	-
70	29	48	48	-	-	-		185	37	-	-	-		-	-
95	29	48	-	-	-	-		Tuburi IPE (Pantzer)							
120	36	-	-	-	-	-		1	11	11	13,5	16	16	16	21
150	36	-	-	-	-	-		1,5	11	13,5	13,5	16	16	21	21
185	36	-	-	-	-	-		2,5	11	13,5	16	21	21	29	29
Tuburi P								4	13,5	16	21	21	29	29	29
1	14	14	14	14	18	18	26	6	13,5	21	21	29	29	29	36
1,5	14	14	14	18	18	26	26	10	13,5	21	29	29	29	36	42
2,5	14	14	18	18	26	26	26	16	16	29	29	36	36	42	-
4	14	18	18	26	26	26	37	25	21	29	36	36	42	-	-

(continuare) Tabelul 7.36

Secț. cond. mm^2	Numărul conductoarelor în tub							Secț. cond. mm^2	Numărul conductoarelor în tub						
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7
	Diametrul interior nominal al tubului mm								Diametrul interior nominal al tubului mm						
35	21	36	36	42	-	-	-	150	29	-	-	-	-	-	-
50	21	36	42	-	-	-	-	185	29	-	-	-	-	-	-
70	29	42	-	-	-	-	-	Țevi de oțel pentru instalații							
95	29	-	-	-	-	-		1,5	15	15	15	15	20	20	25
120	36	-	-	-	-	-		2,5	15	15	15	20	20	25	25
150	36	-	-	-	-	-	--	4	15	15	20	20	25	25	32
185	36	-	-	-	-	-	-	6	15	20	20	25	25	32	40
Tuburile PEL								10	15	20	25	25	32	40	50
1	1,5	9	9	9	11	11	16	16	15	25	32	40	40	50	65
1,5	2,5	9	9	11	11	16	16	25	20	32	40	40	50	65	65
2,5	4	9	11	13,5	16	21	21	35	20	32	40	50	50	65	65
4	6	11	13,5	16	21	21	29	50	25	40	50	50	65	80	80
6	10	13,5	16	21	21	29	29	70	32	50	50	65	65	80	-
10	16	16	21	21	29	29	36	95	32	50	65	65	80	-	-
16	25	21	29	29	29	36	42	120	40	65	65	80	80	-	-
25	35	29	29	36	36	42	48	150	40	65	80	80	-	-	-
35	16	29	36	36	42	48	-	185	40	65	80	80	-	-	-
50	16	36	36	42	48	-	-	240	50	80	80	-	-	-	-
70	21	36	42	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	29	42	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	29	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(continuare) Tabelul 7.36

Secț cnnd mm^2	Numărul conductoarelor în tub							Secț cond mm^2	Numărul conductoarelor în tub						
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7
	Diametrul nominal interior al tubului mm								Diametrul nominal interior al tubului mm						
	Tuburi IPY (PVC)								Tuburi IPEZ (Înlocuitor PANTZER)						
1	11	11	14	14	16	16	21,8	1	14	14	14	14	16,8	16,8	21,8
1,5	11	14	14	16	16	21,8	21,8	1,5	14	14	14	16,8	16,8	21,8	21,8
2,5	11	14	16	21,8	21,8	21,8	28,4	2,5	14	14	16,8	21,8	21,8	21,8	28,8
4	11	16	21,8	21,8	21,8	28,4	28,4	4	14	16,8	21,8	21,8	21,8	28,8	28,8
6	14	21,8	21,8	21,8	28,4	28,4	35,4	6	14	21,8	21,8	21,8	28,8	28,8	36,4
10	14	21,8	28,4	28,4	28,4	35,4	-	10	14	21,8	28,8	28,8	28,8	36,4	46
16	14	28,4	28,4	35,4	35,4	-	-	16	14	28,8	28,8	36,4	36,4	46	46
25	21,8	28,4	35,4	35,4	-	-	-	25	21,8	28,8	36,4	36,4	46	46	-
35	21,8	35,4	35,4	-	-	-	-	35	21,8	36,4	36,4	46	46	-	-
50	21,8	35,4	-	-	-	-	-	50	21,8	36,4	46	46	-	-	-
70	28,4	-	-	-	-	-	-	70	28,8	46	46	-	-	-	-
95	28,4	-	-	-	-	-	-	95	28,8	46	-	-	-	-	-
120	35,4	-	-	-	-	-	-	120	36,4	-	-	-	-	-	-
150	35,4	-	-	-	-	-	-	150	36,4	-	-	-	--	-	-
185	35,4	-	-	-	-	-	-	185	36,4	-	-	-	--	-	-

Cabluri electrice de energie

Tabelul 7.37

Simbolul cablului	Felul învelişului exterior	Condiţii de montaj	U_n kV	Gama secţiunilor, mm^2, pentru cabluri cu un număr de conductoare de :					Observaţii
				1	2	3	3+1	4	
Cabluri de energie cu izolaţie şi manta de PVC (NID 954 - 69)									
CYY	Manta de PVC, fără înveliş prorector	În instalaţiile di interiorul clădirilor, în canale sau tunele de cabluri etc., atunci când nu există posibilitatea unor eventuale solicitări mecanice	1	1,5 - 400	1,5 - 240	1,5 - 240	25 - 240	1,5 - 16	Se fabrică cu conduc-tor de nul separat sau concentric pentru 1 kV
			6	25 – 300	-	26 – 185	-	-	
			10	35 – 300	-	35 – 150	-	-	
ACYY			1	4 – 400	4 – 240	4 – 240	25 – 240	4 – 95	
			6	25 – 300	-	25 – 185	-	-	
			10	35 - 300	-	35 - 150	-	-	
CYAbY CYAlY CYArY	Armătură de oţel de bandă (b), sârmă lată (l) sau rotundă (r)	În montaj în şanţuri şi în locurile în care pot fi solicitate mecanic la montare sau la exploatare. Se pot monta şi în aer liber expuse direct razelor Soarelui	1	25 – 400	1,5 –240	1,5 –240	25 – 240	1,5 - 16	
			6	25 – 300	-	15 – 185	-	-	
			10	35 – 300	-	35 – 150	-	-	
ACYAbY ACYAlY ACYArY			1	25 – 400	4 – 220	4 – 240	25 – 240	4 – 95	
			6	25 – 300	-	25 – 185	-	-	
			10	35 - 300	-	35 - 150	-	-	
Cabluri de energie cu izolaţie de cauciuc şi manta de plumb (STAS 2405 - 61)									
CP	Manta de Pb fără înveliş	În medii fără agenţi corozivi pentru plumb	0,5	-	1,5 - 50	1,5 - 50	1,5 – 50	1,5 -50	
ACP			0,5	-	4 - 50	4 - 50	-	4 - 50	
CPI	Manta de Pb +hârtie -iută	Idem, şi în medii cu acţiune corozivă intermitentă	0,5	-	1,5 - 50	1,5 - 50	1,5 - 50	1,5 -50	
ACPI			0,5	Nu se fabrică momentan					
CPB	Pb + armătu-ră bandă, ol.	Locuri cu lovituri, pericol in ceniu,explozi fără coroziune	0,5	-	1,5 - 50	1,5 - 50	1,5 - 50	1,5 - 50	
ACPB			0,5	Nu se fabrică momentan					
CPBI	Pb+ bandă + iută impregn	Inst. subterane, locuri cu lovituri mec., pereţi exteriori	0,5	-	1,5 - 50	1,5 - 50	1,5 - 50	1,5 - 50	
ACPBI			0,5	-	4 - 50	4 - 50		4 – 50	

Cabluri de energie cu izolație de hârtie și manta de plumb (STAS – 4481 -66)									
ACHP	Manta de Plumb fără înveliș protector	Pozare în tuburi, blocuri, tunele, canale încăperi fără lovituri mecanice și fără coroziune.	1	-	-	10 - 150	25 - 150		
			6	-	-	35 – 150	-	-	
			10	-	-	35 – 150	-	-	
ACHPB	Manta de Plumb + 2 benzi de oțel	Unde sunt lovituri mecanice și agenți chimici care nu atacă armătura	1	-	-	10 - 150	25 - 150	-	
			6	-	-	35 – 150	-	-	
			10	-	-	35 – 150	-	-	
CHPBI ACHPBI	PB + bandă + înveliș de iută protector	În pământ și pe pereții exteriori ai clădirilor; tragerea prin tuburi este permisă pe maximum 50 m	1	-	-	10 - 150	25 - 150	-	
			6	-	-	35 – 150	-	-	
			10	-	-	35 – 150	-		

Cabluri electrice de comandă și control

Tabelul 7.38

Denumirea cablurilor	Simbolul tipului cablului	Felul învelișului exterior	Indicații de utilizare	Numărul și secțiunea (mm^2) a conduczoarelor, tensiunea nominală
Cablu de control din cupru cu izolație de hârtie în manta de Plumb	CCHP	Manta de Plumb neprotejată	În încăperi fără pericol de lovituri mecanice la montaj ți exploatare	4 , 5 , 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 19, 24, 37, conductoare: 1,5, 2,5 mm^2 secțiunea conductoarelor; Tensiune nominală 500 V
	CCHPI	Idem + înveliș protector	Idem, dar cu mediu coroziv pentru plumb și care permite învelișul combustibil	
	CCHPB	Idem + 2 benzi de oțel	În încăperi cu pericol de lovituri mecanice la montaj și exploatare	
	CCHPBI	Idem + înveliș de protecție	Montaj în pământ sau pe pereții clădirilor cu pericol de lovituri mecanice	

Cablu de măsură şi comandă cu izolaţie de PVC, conductoare de cupru	CMYY	Manta de PVC neprotejată	Încăperi fără pericol de lovituri mecanice la montaj şi la exploatare	Idem
	CMYYB	Idem + 2 benzi de oţel	În încăperi cu pericol de deteriorări mecanice la montaj şi la exploatare	
	CMYYB I	Idem + înveliş de protecţie	Montaj în pământ sau pe exteriorul clădirilor cu pericol de deteriorări mecanice	
Cabluri pentru insta-laţii de semnalizare, blocare de cupru cu izolaţie de hârtie impregnată în manta de plumb	CSHP	ca CCHP	În instalaţii de semnalizare, centralizare şi blocare din căile ferate, precum şi in instalaţiile de semnalizare incendiu şi de automatizare, similar cu CCHP (I; B; BI) în ceace priveşte utilizarea în diferite medii şi locuri de pozare	2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 19, 21, 24, 27, 30, 33, 37, 40, 44, 48, 52, 56, 61; conductoare; d = 1, 1,37 mm Tensiune nominală 500 V
	CSHPI	ca CCHPI		
	CSHPB	ca CCHPB		
	CSHPBI	ca CCHPBI		
Cablu de semnalizare şi blocare cu izolaţie de PVC, cu conductoare de cupru	CSYY	Manta de PVC neprotejată	În încăperi şi instalaţii fără pericol de deteriorări mecanice	2, 3, 4, 5, 7, 9, 12, 16, 19, 21, 24, 27, 30, 37, 42, 48 conductoare d = 1, 1,37 mm Tensiune nominală 250 V
	CSYYB	Idem + 2 benzi de oţel	În încăperi şi instalaţii cu pericol de deteriorări mecanice	
	CSYYBI	Idem + înveliş de protecţie	Montaj în pământ şi pe exteriorul clădirilor expuse loviturilor	
Cabluri de semnali-zare şi blocare cu izolaţie din PVC, ecranate, cu manta din PVC, armate sau nu	CSYEY	Manta PVC peste ecran	În încăperi ferite de pericol de deteriorări mecanice	Ca mai sus, plus 52, 56, 61 conductoare ; d = 1, 1,37 mm Tensiune nominală 500 V
	CSYEM AbY CSYEM ALY	Idem plus 2 benzi oţel (Ab) sau sârmă lată (Al)	Ca CSYYBI şi în medii cu pericol de incendiu şi de explozie, respectând normativul de montare şi exploatare	

Cabluri de teletransmisie

Tabelul 7.39

Denumirea cablului şi condiţii tehnice generale	Simbolul tipului cablului	Felul învelişului exterior	Indicaţii de utilizare	Numărul de perechi sau cuarte şi d conductor, mm
Cablu telefonic urban cu izolaţie de hârtie şi manta de plumb STAS 6006 – 66: Utilizare generală în reţelele telefonice urbane U_{expl} = 150 V	TUHP	Manta de plumb neprotejată	În instalaţiile în tuburi, canale, aerian (pe cablu purtător întins între stâlpi), în interior, ferit de acţiuni mecanice	(6 – 1224) x 2 x 0,5 (6 - 612) x 2 x 0,6 (6 - 408) x 2 x 0,7 (6 - 408) x 2 x 0,9
	TUHPBI	Idem + înveliş hârtie + saltea + armătură din două benzi oţel + înfăşurare de iută	La instalaţiile pozate în pământ	(51 - 202) x 2 x 0,5 (26 - 202) x 2 x 0,6 (26 – 202) x 2 x 0,7 (11 – 202) x 2 x 0,9
	TUHPBp I	Idem, dar cu armătură din sârmă lată de oţel	La instalaţiile pozate în pământ	(11 - 26) x 2 x 0,5 (11 - 16) x 2 x 0,6 (11 - 16) x 2 x 0,7
Cablu telefonic urban cu izolaţie de polieti lenă şi manta de PVC U_{expl} = 150 V	TUZYY	Bandă PVC, bandă Al, bandă şi manta de PVC	Ca tipul TUHP	(5 - 101) x 2 x 0,5 5 - 101) x 2 x 0,5
Cablu telefonic interurban cu izolaţie de hârtie şi manta de plumb NID 2090 - 67	TIHP	Manta de plumb neprotejată	Reţele telefonice interurbane în tuburi, canale, aerian (pe cablu purtător întins între stâlpi), în interior, şi în exteriorul clădirilor ferit de acţiuni mecanice	(3 - 114) x 4 x 0,9 DM (4 - 19) x 4 x 0,1 S
	TIHPAbI	Manta de plumb + înfăşurare hârtie + înfăşurare cânepă + armătură din 2 benzi oţel + înfăşurare cânepă	Reţele telefonice montate în pământ, în terenuri umede, în apă stătătoare şi la traversări peste şosele şi căi ferate	Idem
	TIHPAII	Idem cu armătură din sârmă de oţel lată	Idem	(3; 4) x 4 x 0,9 DM

Cablu telefonic de centrale, cu izolație de PVC sau plumb NID 2033 - 66	TCYY	Manta de PVC neprotejată	La schimbătoarele telefonice, la cablajul interior al centralelor telefonice, la racordarea la repartitoare a cablurilor urbane cu manta de PVC	21 x 1 x 0,5 (1 - 101) x 2 x 0,5 (11 - 46) x 3 x 0,5 45 x 4 x 0,5 26 x 5 x 0,5 etc.
	TCYP	Manta de plumb neprotejată	La racordarea la repartitoarele centralelor a cablurilor urbane cu manta de plumb	(51 - 404) x 4 x 0,6
Cablu telefonic rural cu izolație de polieti lenă în manta de PVC NID 2140 - 67	TR2YY (simplu)	Manta de PVC neprotejată	Rețele telefonice rurale pozate în canale de pământ	(1; 3; 5; 7; 10) x2x1 1x4x1
	TR2YY A (purtate)	Idem, comună cu mantaua cablului de oțel	Idem, pozate aerian	Idem
Cablu izolat cu polietilenă în manta de PVC pentru radio ficare NID 1244- 63	CR2YY	Manta de PVC neprotejată	La fiderii de radioficare, la temperatura de –30 - + 60° C. Se pot pozaa şi în pământ la –70 cm	2x(1; 1,2; 1,6; 2)

Tabelul 7.40

Valorile coeficienților de cerere , de consum şi ale factorilor de putere medii pentru diferite categorii de consumatori electrici [19]

Categoria consumatorilor	Coeficientul de cerere k_c	Coeficientul de consum k_W	Factorul de putere cos φ	tg φ	Observații
Receptoare de acționări					
1	2	3	4	5	6
Alimentatoare cu plăci, cu discuri, cu tambure	0,45 – 0,6	0,32	0,50 – 0,75	1,73 – 0,88	Acționarea se consideră în general cu motoare asincrone. La acționarea cu motoare sincrone se va lua: cos φ = 1 tgφ = 0
Aeroterme	0,70	0,25	0,80	0,74	
Ciururi	0,55 – 0,65	0,35	0,7 – 0,7	1,32 – 1,00	
Conveioare	0,5 – 0,6	0,22	0,5 – 0,7	0,72 – 1,00	
Concasoare cu ciocane	0,90	0,35	0,80	0,74	
Compresoare acționate cu motoare asincrone	0,75	0,50	0,80	0,74	
Compresoare acționate cu motoare sincrone	0,75	0,50	1,00	0,00	
Concasoare	0,65	0,40	0,75 – 0,8	0,88 – 0,74	
Exhaustoare	0,80	0,55	0,90	0,48	
Elevatoare lucrând separat	0,45	0,25	0,70	1,00	
Elevatoare funcționând electroblocat	0,60	0,45	0,75	0,88	
Foarfece de tăiere la rece	0,45	0,25	0,65	1,17	

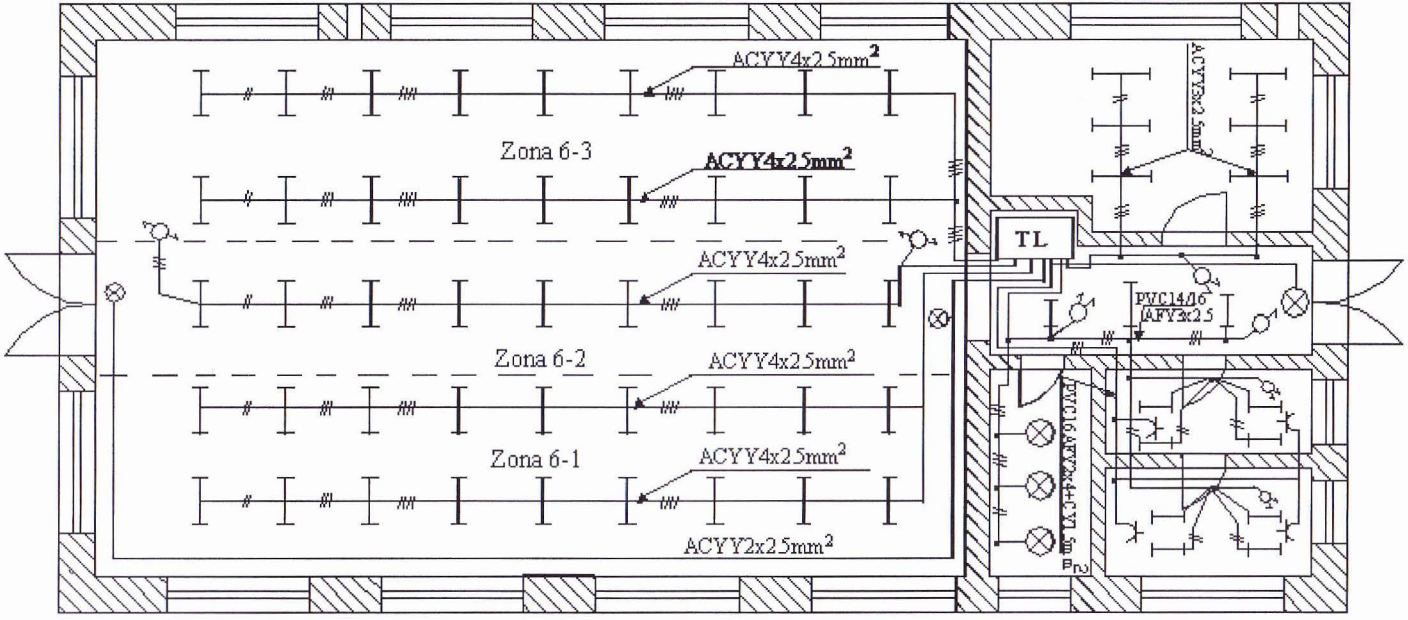
1		2	3	4	5	
Încingător de cocs		0,17	0,05	0,75	0,88	
Locomotive electrice		0,17	0,10	0,75	0,88	
Mori ci bile		0,80	0,45	0,87	0,56	
Mori cu ciocane		0,75	0,45	0,85	0,61	
Macarale cu graifere		0,18	0,05	0,60	1,32	* Pentru motoarele în scurtcircuit $\cos\varphi = 0,5$. pentru motoarele cu rotorul bobinat $\cos\varphi = 0,65$
Macarale cu DA = 25 %		0,10	0,05	0,50*	1,73	
Macarale cu DA = 40 %		0,15	0,08	0,50*	1,73	
Macarale cu magnet		0,50	0,15	0,65	1,17	
Macarale turn şi portal		0,18	0,10	0,50	1,73	
Maşină de încărcat cuptoare		0,20	0,05	0,50	1,73	
Maşină de îndreptat laminate		0,20	0,10	0,45	1,99	
Maşini-unelte de prelucrat metale cu regim normal de funcţionare (strunguri, raboteze, maşini de frezat, de mortezat, polizoare, etc.):	producţie de serie mică	0,12 – 0,14	0,10	0,40 – 0,50	2,20 – 1,73	
	producţie de serie mare	0,18	1,14	0,50 – 0,60	1,73 – 1,32	
Maşini–unelte cu regim greu de lucru (strunguri automate şi revolver, strunguri de cojit, prese cu excentric, etc.)		0,22	0,18	0,65	1,17	

1	2	3	4	5	
Maşini-unelte cu regim foarte greu (acţionare ciocane, tambur de curăţare, etc.)	0,30 – 0,35	0,22	0,65	1,19	
Maşini de preparare pământuri în turnătorii	0,40 – 0,45	0,35	0,75	1,00	
Mecanisme portabile	0,10	0,03	0,45	1,99	
Pompe de apă cu sarcină continuă	0,75	0,55	0,80	0,74	
Pompe de apă pentru centralele hidraulice de la prese	0,45	0,18	0,60	1,33	
Şnecuri	0,30	0,28	0,70	1,00	
Stivuitoare	0,30	2,10	0,70	1,00	
Schip	0,30	0,20	0,50	1,73	
Suflante	0,80	0,55	0,80	0,74	
Transportoare cu bandă	0,50 – 0,60	0,40	0,60	1,33	
Transportoare cu bandă lucrând izolate	0,35 – 0,45	0,25	0,55	1,51	
Transportoare cu role	0,25 – 0,35	0,15	0,60	1,33	
Ventilatoare	0,65 – 0,75	0,50	0,80	0,74	
Receptoare termice şi de sudură					
Aparate mărunte de încălzit	0,40 – 0,60	0,18	1,00	0,00	
Agregate motor-generator de sudare pentru un singur post	0,30	0,12	0,50	1,73	
Agregate motor-generator de sudare pentru mai multe posturi	0,60	0,35	0,60	1,32	

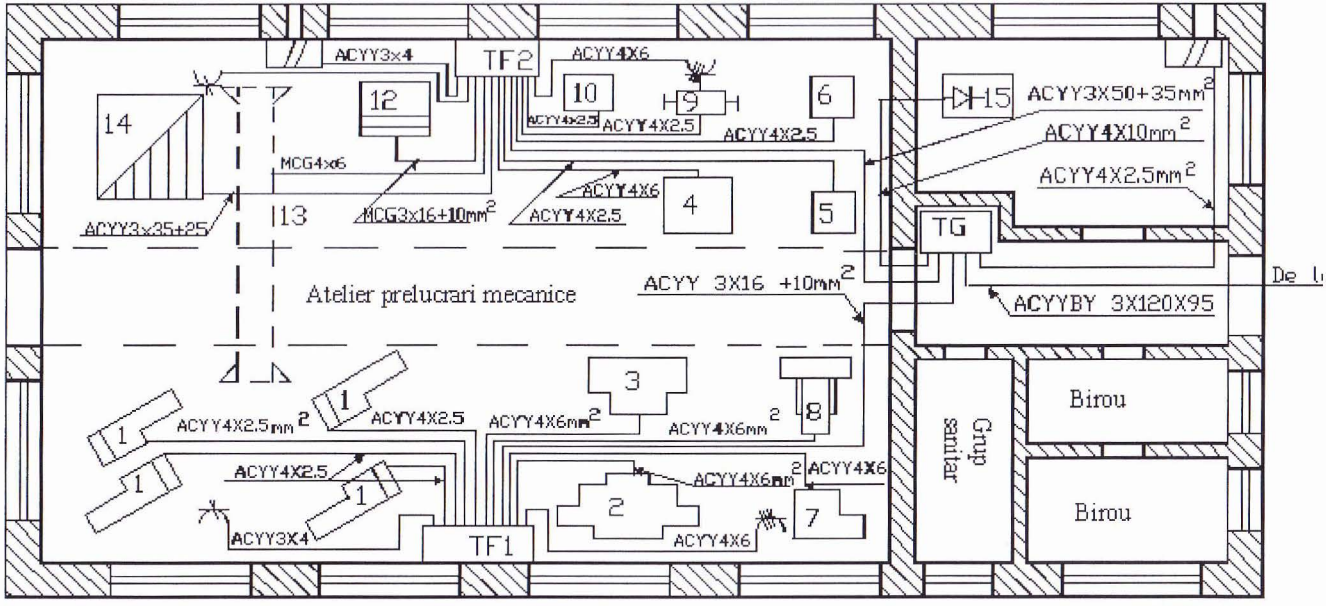
1		2	3	4	5	6
Automate de sudare cu arc		0,40	0,35	0,60	1,32	
Cuptoare cu rezistență cu încărcare continuă		0,85	0,60	1,00	0,00	
Cuptoare cu rezistență cu încărcare periodică		0,60	0,35	1,00	0,00	
Cuptoare cu băi de sare		0,65	0,40	0,80	0,74	
Cuptoare cu arc pentru topit oțel	de 0,5 – 1,5 t	0,656	0,40	0,80	0,74	
	de 3 – 10 t	0,75	0,48	0,9	0,48	
Cuptoare cu arc pentru metale neferoase		0,78	0,45	0,75	0,88	
Cuptoare de inducție de joasă frecvență (fără compensarea energiei reactive)		0,75	0,45	0,35	2,67	
Cuptoare de inducție de joasă frecvență (cu compensarea energiei reactive)		0,72	0,45	0,95	0,32	
Cuptoare rundotermice (cu funcționare continuă) cu transformatoare trifazate de 6 – 9 MVA		0,95	0,50	0,90	0,48	
Dulapuri de uscare (etuve)		0,70	0,45	1,00	000	
Maşini de sudare continuă (cusătură)		0,65	0,20	0,70	1,00	
Maşini de sudare cap la cap şi prin puncte		0,55	0,15	0,60	1,32	

1	2	3	4	5	6
Transform. de sudare cu arc	0,35	0,09	0,35	2,28	
Diverse instalații de forță					
Convertizoare de frecvență	0,40 – 0,60	0,28	0,70 – 0,60	1,00 –1,33	
Electrofiltre	0,55	0,35	0,85	0,62	
Grup motor-generator	0,65	0,30	0,80	0,75	
Separator magnetic	0,50	0,25	0,70 – 0,80	1,00 – 0,75	
Redresoare pentru acoperiri metalice	0,50	0,30	0,70	1,00	
Instalații de iluminat					
Ptr. clădiri mici până la 200 m^2	1,00	0,8			
Hale industriale cu mai multe deschideri fără separații	0,95	0,9			
Hale industriale cu ateliere in încăperi separate	0,85	0,8	1,00	0,00	pentru iluminat incandescent
			0,90	0,48	pentru iluminat fluorescent
			0,60	1,32	pentru iluminat cu LFV
Clădiri sociale şi administrative, şcoli, laboratoare	0,90	0,90			
Magazii	0,60	0,40			
Posturi trafo	0,60	0,20			
Centrale şi stații energetice	0,90	0,90			

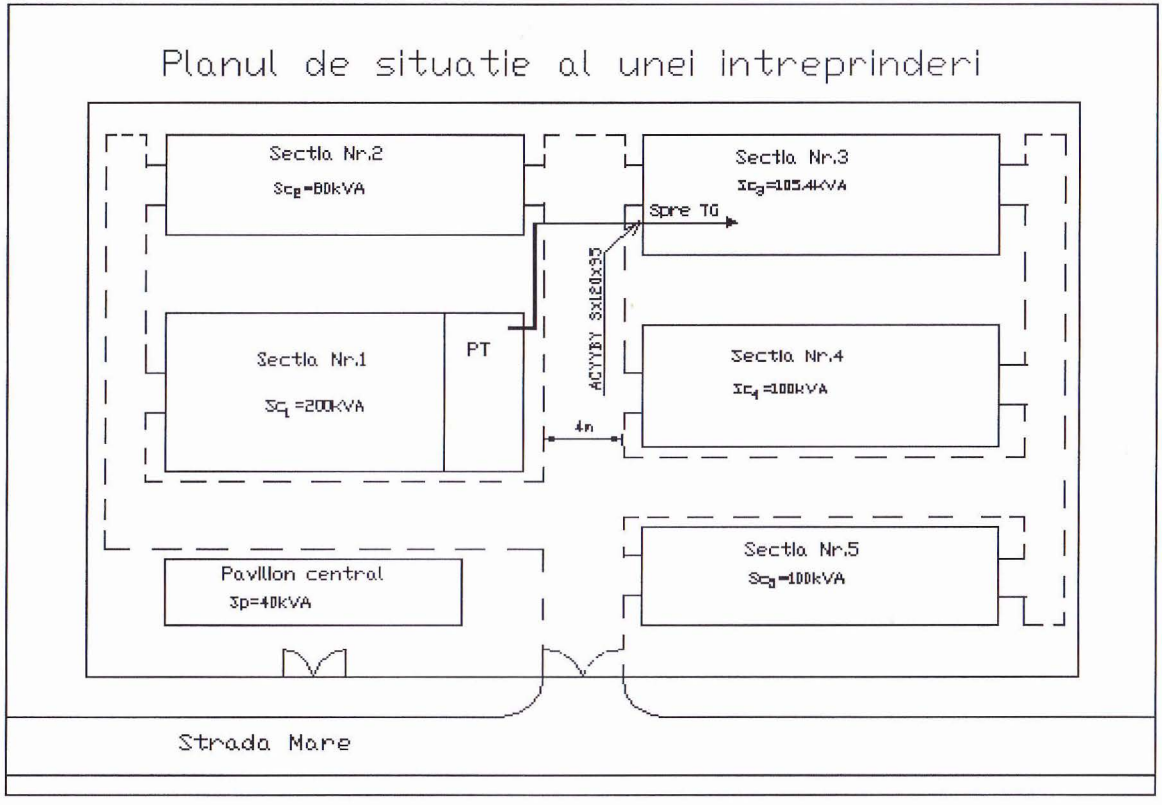
INSTALATIA ELECTRICA DE ILUMINAT



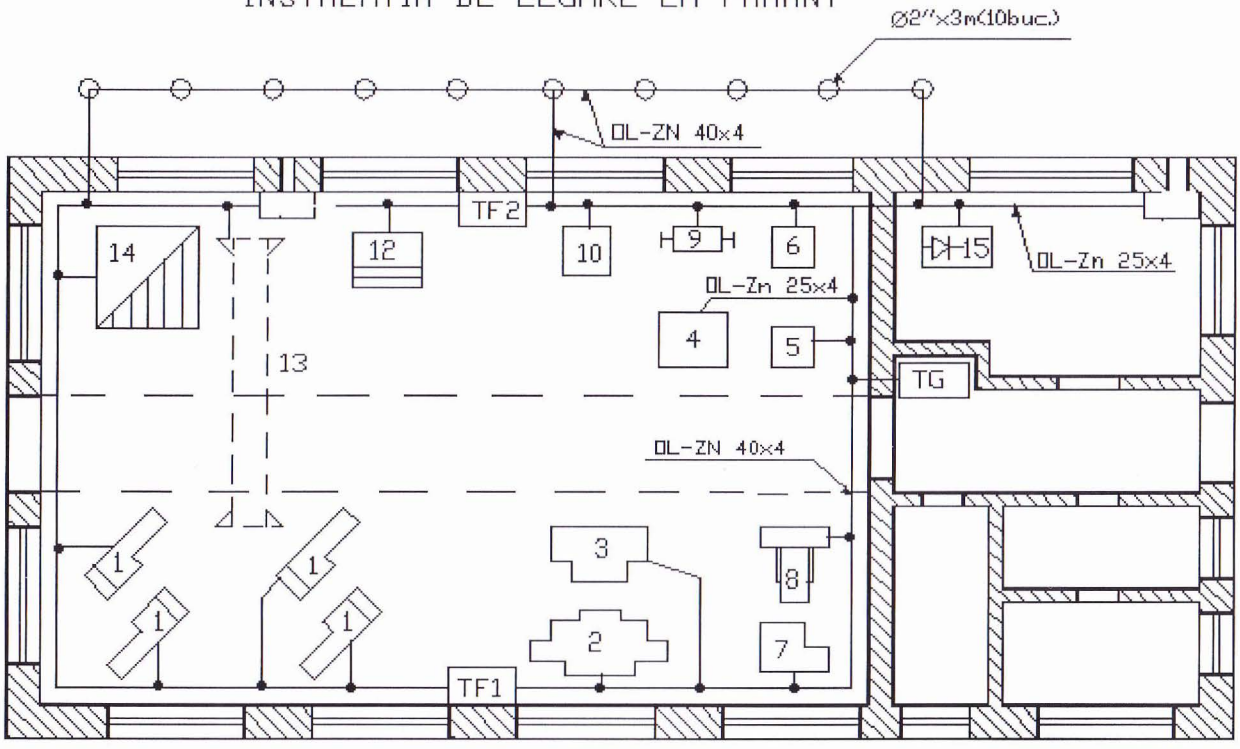
INSTALATIA ELECTRICA DE FORTA



Amplasarea postului de transformare (PT)



INSTALATIA DE LEGARE LA PAMANT



8. BIBLIOGRAFIE

1 Băilescu, Al. ş, a. Iluminatul electric. Îndreptar . ET Bucureşti1969.
2 Bianchi, C. ş. a. Proiectarea instalaţiilor de iluminat electric, ET Bucureşti 1981
3 Boţan, N .V. ş .a. Reţele electrice. Calculul electric. E. T. Bucureşti 1961
4 Cănescu, T. ş. a. Instalaţii electrice de utilizare E..T. Bucureşti 1968
5 Comşa, D. ş. a. Proiectarea instalaţiilor electrice industriale E.D.P. Bucureşti1979
6 Comşa, D. Utilizări ale energiei electrice E.D.P. Bucureşti 1973.
7 Cruceru, C. ş. a. Conducte electrice. Îndreptar. E.T. Bucureşti1970.
8 Dinculescu, P. Surse de lumină. Lămpi incandescente I.P.B.
9 Dumitru, Octav. Utilizarea energiei electrice, instalaţii electrice de joasă tensiune, Editura Universităţii Piteşti 2000.
10 Gheorghiu, N. ş. a. Utilizarea energiei electrice în industrie şi agricultură E.T. Bucureşti 1974
11 Ioachim, D. ş. a. Utilizări ale energiei electrice . Îndrumar pentru lucrări de laborator I.P. Iaşi
12 Iordănescu, Gh. ş. a. Alimentarea cu energie electrică a întreprinderilor E.D.P. Bucureşti 1979.
13 Mathe, B. ş. a. Protecţia împotriva trăznetului a construcţiilor civile ăi industriale E.T. Bucureşti 1969.
14 Miclescu, Th. ş. a. Utilizarea energiei electrice E.D.P. Bucureşti .
15 Micu, E. Utilizări ale energiei electrice în industrie şi transporturi E.D.P. Bucureşti 1978.
16 Pantelimon, L. ş. a. Utilizarea energiei electrice. Instalaţii electrice de joasă tensiune. Probleme. E.D.P. Bucureşti.
17 Pentiuc, R. Utilizările energiei electrice. Instalaţii electrice de joasă tensiune. E.U. Suceava.
18 Pietrăreanu, E. Agenda electricianului E.T. Bucureşti 1979.
19 Pietrăreanu, E. Reglementări privind proiectarea, execuţia şi exploatarea instalaţiilor electrice de utilizare E.T. Bucureşti 1972.
20 Sufrim, M. ş. a. Construcţia şi exploatarea instalaţiilor de legare la pământ. E.T. Bucureşti 1970.
21 *** CSCAS Normativ pentru proiectarea şi executarea instalaţiilor electrice interioare cu tensiuni până la 1000 VI 7 - 68
22 *** Manualul inginerului electrician, vol. V, VII, VIII, E.T. Bucureşti.

23 *** M.E.E. Instrucțiuni privind ameliorarea factorului de putere la consumatorii industriali şi similari de energie electrică E 43 – 67 - Oficiul de documentare şi publicații tehnice Bucureşti 1968.
24 *** MEE Normativ pentru proiectarea şi executarea rețelelor de cabluri electrice I.R. 4 – 68.
25 *** MICM – FCME Nomenclator privind cablurile electrice (telefonice, de control, de măsură, de comandă şi de forță)
26 *** STAS 1711 – 68 Măsuri de prevenire contra incendiilor. Clasificarea construcțiilor după gradul de rezistență la foc şi după pericolul de indcendiu.
27 *** STAS 2612 – 71 Protecția împotriva electrocutărilor . Limite admisibile.
28 *** STAS 3687/1 – 73 Iluminatul artificial şi natural. Terminologie.
29 *** STAS 3687/2 – 73 Lămpi şi corpuri de iluminat.
30 *** STAS 6119 – 68 Instalații electrice până la 1000 V inclusiv. Instalații de legare la pământ de protecție. Prescripții.
31 *** STAS 6616 – 69 Instalații de legare la nul de protecție. Prescripții.
32 *** STAS 6646 – 66 Construcții civile şi industriale. Iluminatul artificial. Prescripții.
33 *** STAS 7334 – 70 Instalații electrice de 1000 V şi peste 1000 V.

CUPRINS

		Pag.
	Introducere	3
1	Dimensionarea instalațiilor electrice de iluminat interior	5
1.1	Alegerea sistemului de iluminat şi a sursei de lumină	5
1.2	Alegerea corpului de iluminat	6
1.3	Amplasarea corpurilor de iluminat	8
1.4	Dimensionarea circuitelor de lumină şi a circuitelor de prize monofazate	12
1.4.1	Stabilirea circuitelor de iluminat şi a circuitelor de priză monofazată	12
1.4.2	Alegerea aparatelor de comutație şi a aparatelor de protecție a circuitelor de iluminat şi a circuitelor de priză monofazată	13
1.4.3	Alegerea secțiunii conductoarelor circuitelor	17
1.4.4	Planul instalației de iluminat	18
2	Dimensionarea instalațiilor electrice de forță	19
2.1	Alegerea distribuției pentru instalația de forță	19
2.1.1	Alegerea schemei de distribuție pe grupe de utilaje	19
2.1.2	Schema monofilară a tabloului de forță	19
2.1.3	Amplasarea tabloului de forță	20
2.1.4	Dimensionarea circuitelor de alimentare a receptoarelor de forță	20
2.2	Dimensionarea coloanelor de alimentare a tablourilor de forță	21
2.2.1	Alegerea secțiunii conductorului şi a aparatelor de protecție	21
2.3	Stabilirea schemei generale monofilare de distribuție	25
2.4	Planul instalației electrice de forță	26
3	Alegerea postului de transformare	27
3.1	Generalități	27
3.2	Sarcini electrice de calcul	27
3.3	Metoda coeficientului de cerere	28
3.4	Alegerea numărului de transformatoare, a puterii acestuia şi a locului de amplasare	29
4	Instalații de legare la pământ	33
4.1	Generalități	33
4.2	Clasificarea prizelor de pământ	35
4.3	Dimensionarea prizelor de pământ şi verificarea parametrilor de funcționare	37
4.3.1	Dimensionarea prizelor de pământ	37

4.3.2 Măsurarea rezistenței de dispersie prizelor de pământ 41
5 Costul instalației electrice 43
6 Exemplu de calcul (Temă de proiectare)..... 45
6.1 Dimensionarea instalației electrice de iluminat..... 46
6.1.1 Alegerea sistemului de iluminat..... 46
6.1.2 Alegerea corpurilor de iluminat..... 46
6.1.3 Amplasarea corpurilor de iluminat..... 51
6.1.4 Stabilirea circuitelor..... 51
6.1.5 Alegerea aparatelor de conectare, de comutație și de protecție. 52
6.1.6 Alegerea secțiunii conductoarelor..... 53
6.1.7 Planul instalației de iluminat..... 54
6.2 Dimensionarea instalației electrice de forță 55
6.2.1 Alegerea distribuției pentru instalația de forță 55
6.2.2 Amplasarea tablourilor de forță 56
6.2.3 Dimensionarea circuitelor de alimentare a receptoarelor 57
6.2.4 Alegerea aparatelor de protecție..... 58
6.2.5 Dimensionarea coloanelor de alimentare a tablourilor de forță. 59
6.2.6 Schema monofilară generală de distribuție..... 61
6.2.7 Planul instalației electrice de forță..... 62
6.3 Alegerea postului de transformare..... 62
6.3.1 Determinarea puterii aparente cerute..... 62
6.3.2 Alegerea numărului și a puterii posturilor de transformare..... 63
6.3.3 Amplasarea postului de transformare..... 64
6.4 Instalația de legare la pământ..... 64
7 Anexe..... 65
7.1 Tabele uzuale 65
7.2 Planul instalației electrice de iluminat 95
7.3 Planul instalației electrice de forță 96
7.4 Planul de situație al întreprinderii. Amplasarea postului de transformare 97
7.5 Planul instalației de legare la pământ 98
8 Bibliografie 99